



M 2014

RACIONALIZAÇÃO DE PORTFÓLIO DE PRODUTOS

ANA CAROLINA GUEDES DA SILVA
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO APRESENTADA
À FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO EM
ENGENHARIA INDUSTRIAL E GESTÃO

Racionalização de Portfólio de Produtos

Ana Carolina Guedes da Silva

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Bernardo Sobrinho Simões de Almada-Lobo



FEUP

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão

2014-07-09

Resumo

O presente relatório incide sobre a conceção e aplicação de uma metodologia de racionalização de portfólio de produtos da BA. A necessidade desta resulta da reduzida flexibilidade da empresa, como consequência das diversas restrições técnicas das máquinas de produção. Para além disso, o aumento dos *sku's* a gerir, aumenta a complexidade do planeamento e obriga a um maior número de *setups*, sujeito a determinadas regras da BA. Existem várias perdas associadas a um *setup*, por isso uma redução do portfólio pode levar a uma redução do número de mudanças e consequente poupança de custos.

A metodologia desenvolvida dividiu-se em cinco fases: seleção dos *sku's*, agregações entre estes, análise dos impactos para a BA, o cliente e o consumidor final. Primeiramente, tendo em conta o funcionamento da empresa, definiram-se os critérios que permitiram classificar os diversos *sku's* e o método de agrupamento destes. Recorrendo à técnica *k-means clustering*, os *sku's* foram agrupados em diferentes *clusters* de acordo com as suas semelhanças para os critérios definidos. De seguida, utilizou-se um método de atribuir uma *score* a cada um para tornar mais eficiente o processo de agregação entre os diferentes grupos. Com base numa análise à *supply chain* da empresa, foram estabelecidas as zonas de maior impacto das agregações e feita a análise desse impacto para a BA recorrendo a determinados indicadores. De seguida, foram calculados os impactos para o cliente em função das variáveis que lhe acrescentam maior valor: custo, qualidade e prazo. Apesar de os impactos serem vantajosos para ambas as partes, se as agregações tiverem um impacto negativo nas vendas finais ao consumidor final, então estas não serão aplicadas. Desta forma, a última fase da metodologia inclui este estudo de mercado. Como forma de validar a metodologia, esta foi aplicada a um caso de estudo real, focando-se no portfólio de um cliente específico da BA.

O desenvolvimento e aplicação da metodologia, permitiu uma redução de 24% dos *sku's* do portfólio do cliente e uma elevada redução de custos para a BA, na ordem das centenas de milhar de euros. Com as agregações realizadas o cliente também obteve benefícios. Neste caso em concreto, a última fase foi realizada pelo cliente. Uma vez que os *sku's* substituídos nas agregações ainda não se encontram no mercado, não foi possível avaliar o impacto em termos de vendas destes ao consumidor final.

Rationalization of Products' Portfolio

Abstract

This report is focused on the development and implementation of a methodology to rationalise the portfolio of BA's products. The need for this project is related to the low company's flexibility, as a result of the several technical constraints of the production machines. Furthermore, the increase of the handling of the *sku*'s, increases the complexity in planning and requires a larger number of *setups*, being subjected to the BA rules. There are significant losses related to a changeover, therefore a portfolio's reduction can decrease the number of *setups* and the associated costs.

The developed methodology was divided into five phases: selection of the *sku*'s, aggregations between them, impact analysis for the company, for the customer and for the final consumer. First of all and considering the company's operations, one defined the criteria to classify the various *sku*'s and its grouping method. Using the *k-means clustering*, the *sku*'s were grouped into different *clusters*, according to their similarities to the criteria. Then, a method was created to assign a *score* to each *sku* in order to improve the aggregation process between the different groups. Based on a *supply chain* analysis, the areas with a higher aggregation impact were defined and calculated this value using a set of indicators. After that, the customer's impacts were also calculated to its most important parameters: cost, quality and time. Regardless of the positive aggregations' impact to both stakeholders, if these have a negative impact on the consumer sales, they will not be applied. So, the last methodology phase includes this market analysis. The entire methodology was applied to a real customer portfolio in order to get its validation.

The development and application of the methodology resulted in a 24% reduction of the customer's portfolio and a high cost reduction for BA, in the hundreds of thousands euros. These aggregations were also advantageous to the customer. Since the replaced *sku*'s are not in the market yet, it was not possible to evaluate their impact on the final sales.

Agradecimentos

Ao Engenheiro Tiago Moreira da Silva por toda a orientação e apoio prestados.

A todos os colaboradores da BA com quem convivi, pelo conhecimento, experiência e ajuda disponibilizados.

A todos os colaboradores da empresa cliente pelo interesse demonstrado.

Ao Professor Bernardo Almada-Lobo pela incondicional ajuda e conselhos prestados ao longo do projeto.

A todos os meus amigos e familiares por toda a ajuda e apoio prestados durante este projeto.

A todos, o meu muito obrigada!

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Apresentação da BA Vidro	1
1.1.1	O processo produtivo	1
1.1.2	O Departamento de Mercados	2
1.2	O Projeto de Racionalização de Portfólio de Produtos na BA Vidro	2
1.3	Metodologia adotada	3
▪	Seleção de <i>sku's</i>	3
▪	Agregações	3
▪	Impacto na BA	4
▪	Impacto no cliente	4
▪	Impacto no consumidor final	4
1.4	Temas Abordados e sua Organização da Dissertação	4
2	Revisão de Literatura	5
3	Descrição do Problema	9
3.1	<i>Supply chain</i>	10
3.1.1	Fabricação do vidro	11
3.1.2	Produção da embalagem	11
3.1.3	Controlo de qualidade	15
3.1.4	Paletização	15
3.2	Caso de Aplicação	17
3.2.1	Dados dos <i>sku's</i>	17
3.2.2	Dados dos fornos	19
3.2.3	Dados das linhas	19
4	Metodologia de Racionalização de Portfólio de Produtos	20
4.1	Seleção de <i>sku's</i>	20
4.2	Agregações	23
4.3	Análise dos Impactos na BA	24
4.3.1	Variáveis Qualitativas	24
4.3.2	Variáveis Quantitativas	25
4.4	Análise dos Impactos no Cliente	30
4.4.1	Custo	31
4.4.2	Prazo	31
4.4.3	Qualidade	31
4.5	Análise dos Impactos no Consumidor	31
5	Apresentação de Resultados	32
5.1	Seleção de <i>sku's</i>	32
5.2	Agregações	33
5.3	Análise do impacto das agregações	35
5.3.1	Capacidade de 75cl	35
5.3.2	Restantes capacidades	40
5.4	Impactos totais das agregações	42

6	Conclusões e perspectivas de trabalho futuro	44
	Referências	46
ANEXO A:	Classificação das mudanças.....	47
ANEXO B:	Dados dos <i>sku</i> 's do Cliente.....	48
ANEXO C:	Características das linhas de soprado-soprado	50
ANEXO D:	<i>Sku</i> 's com <i>outliers</i> nos lotes de produção	51
ANEXO E:	Nº de <i>setups</i> de cada <i>sku</i>	53
ANEXO F:	Teste de qualidade do ajuste	55
ANEXO G:	Níveis de gravidade das reclamações	56
ANEXO H:	<i>Clusters</i> obtidos na 1ª iteração	57
ANEXO I:	Peso dos parâmetros	58
ANEXO J:	Peso dos parâmetros isolados da margem	59
ANEXO K:	<i>Clusters</i> finais (melhor, intermédio, pior).....	60
ANEXO L:	<i>Clusters</i> finais ordenados pela <i>score</i>	63
ANEXO M:	Rendimento dos <i>sku</i> 's.....	65

Siglas

AV - Avintes

COV – *Coefficient of Variance*

CR – *Cavity Rate*

EBITDA – *Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization*

IMM – Índice Médio de Mudança

IS – *Independent Section*

LE - León

MG – Marinha Grande

NNPB – *Narrow Neck Press-blow*

PA – Produto Acabado

PF – Produto Final

PS – Prensado-soprado

SAP – *Systems, Applications and Products*

Sku – *Stock Keeping Unit*

SS – Soprado-soprado

TSF – Tratamento de Superfície a Frio

TSQ – Tratamento de Superfície a Quente

VF – Villafranca de los Barros

VN – Venda Nova

Índice de Figuras

Figura 1 - O processo produtivo da BA.	1
Figura 2 - Distribuição do número de <i>sku's</i> pelos diferentes segmentos de mercado.....	2
Figura 3 - As variáveis das quais depende a competitividade de um fornecedor.....	4
Figura 4 - Diagrama de Pareto.....	6
Figura 5 - Metodologia do AHP.....	7
Figura 6 - Distribuição dos <i>sku's</i> pelos principais segmentos, nos últimos três anos.....	9
Figura 7 - Relações entre os intervenientes no processo de racionalização de <i>sku's</i>	9
Figura 8 - <i>Supply chain</i> da BA Vidro.	10
Figura 9 - As fases constituintes produção da embalagem (Almada-Lobo 2002).	10
Figura 10 - Dimensão dos moldes.....	12
Figura 11 - Sequência ilustrativa do processo produtivo soprado-soprado (Manoel 2010).....	13
Figura 12 - Sequência ilustrativa do processo produtivo prensado-soprado (Manoel 2010).....	13
Figura 13 - Sequência ilustrativa do processo produtivo NNPB (Manoel).....	14
Figura 14 - Codificação do produto acabado.	16
Figura 15 - Os três formatos das garrafas de vinho: bordalesa, borgonha, e reno, respetivamente (Sacando o Vinho 2011).	16
Figura 16 - Sequência da metodologia de racionalização dos <i>sku's</i>	20
Figura 17 - Relação entre os critérios custo de produção e cadência.....	21
Figura 18 - Ciclo de vida de um produto (Friesner 2014).	21
Figura 19 - Pseudo-código do <i>k-means clustering</i>	22
Figura 20 - Agregações entre <i>clusters</i>	23
Figura 21 - Procedimento a adotar na fase de Agregações.	24
Figura 22 - Evolução do rendimento de uma linha durante uma paragem.....	26
Figura 23 - Relação entre a procura e o lote médio.	29

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Matriz de classificação bi-critério.....	6
Tabela 2 - Matriz de compatibilidade entre os <i>sku's</i> da agregação.....	23
Tabela 3 - Pesos dos critérios na 1ª iteração.....	32
Tabela 4 - Pesos finais dos critérios.....	33
Tabela 5 - Centróides dos clusters.....	33
Tabela 6 - Agregações dos <i>sku's</i> de 75cl.....	34
Tabela 7 – Parâmetros da agregação 1 para a BA.	35
Tabela 8 - Parâmetros da agregação 1 para o Cliente.....	36
Tabela 9 - Impactos totais da agregação 1.	36
Tabela 10 – Parâmetros da agregação 5 para a BA.	37
Tabela 11 – Parâmetros da agregação 5 para o Cliente.....	37
Tabela 12 – Impactos totais da agregação 5.	37
Tabela 13 - Parâmetros da agregação 5 para a BA.	38
Tabela 14 - Parâmetros da nova agregação 5 para o Cliente.....	38
Tabela 15 - Impactos totais da nova agregação 5.....	38
Tabela 16 - Parâmetros da agregação 7 para a BA.....	39
Tabela 17 - Parâmetros da agregação 7 para o Cliente.....	39
Tabela 18 - Impactos totais da agregação 7.	40
Tabela 19 - Parâmetros da agregação para a BA.	41
Tabela 20 - Parâmetros da agregação para o Cliente.....	42
Tabela 21 - Impactos totais da agregação.	42

1 Introdução

O presente relatório enquadra-se no projeto que decorreu na empresa BA Vidro, S.A., mais concretamente no departamento de Mercados. Por questões de confidencialidade, ao longo do relatório não é identificado o cliente em estudo e os dados não representam valores reais.

Este projeto teve como objetivo a conceção e elaboração de uma metodologia genérica de racionalização de portfólio de produtos através de agregações com *sku's* já existentes, com o intuito de reduzir custos para a empresa e facilitar o planeamento das produções, devido ao elevado número de *sku's* que a BA possui atualmente. De forma a validar a metodologia desenvolvida, esta foi aplicada a um caso concreto de um portfólio de garrafas de um dos maiores clientes de vinho da empresa.

A aplicação da metodologia permitiu confirmar as vantagens de um processo de racionalização e ter uma melhor perceção dos seus impactos reais na organização.

1.1 Apresentação da BA Vidro

A BA Vidro é uma empresa internacional com mais de 100 anos de existência cuja missão é “*desenvolver, produzir e vender embalagens de vidro para a indústria alimentar, bebidas, farmácia e cosmética*” (BA Vidro 2013). Fundada em 1912 pelos sócios Raul da Silva Barbosa e Domingos de Almeida, é uma empresa cujo percurso tem tido como objetivo constante o seu crescimento e modernização, de forma a estar sempre adaptada às novas necessidades do mercado. A sua visão: “queremos ser o melhor entre os maiores”, suporta-se nos três pilares fundamentais de criação de valor para o acionista, satisfação e fidelização dos clientes e motivação e satisfação dos colaboradores (BA Vidro 2013).

Uma das suas principais estratégias corporativas consiste em fusões e aquisições de outras empresas vidreiras, proporcionando assim a sua internacionalização e diversificação de portfólio de produtos e clientes. Possui atualmente sete fábricas (Avintes, Marinha Grande, Venda Nova, León, Villafranca de los Barros, Sieraków e Jedlice) distribuídas por três países, tendo sido as duas últimas adquiridas em 2012 através da aquisição de 80% do Warta Glass Group pela BA, de forma a reforçar o seu posicionamento no setor das bebidas espirituosas.

Com cerca de 2.145 colaboradores, a BA produz anualmente cinco mil milhões de embalagens em onze cores de vidro disponíveis: âmbar, branco, branco azulado, branco flint, branco uva, preto, verde-escuro, verde esmeralda, verde uva, verde georgia e folha morta.

O principal objetivo do Grupo é o aumento do EBITDA, que totalizou 162M€ em 2013.

1.1.1 O processo produtivo

O vidro é um produto inorgânico, homogéneo e inerte, resultante da fusão das suas matérias-primas (maioritariamente sílica). Na BA, o processo produtivo de embalagens é dividido em seis fases genéricas, de acordo com a sequência apresentada no esquema seguinte, que serão detalhadas na secção 4.

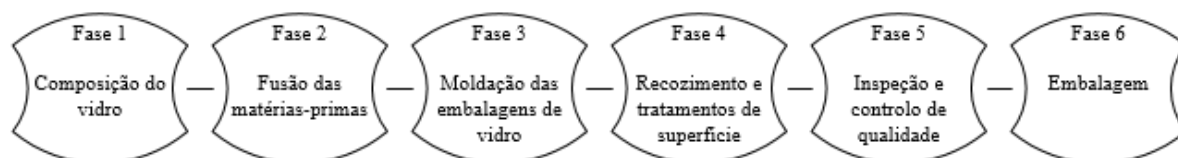


Figura 1 - O processo produtivo da BA.

A constante aposta do grupo em garantir a qualidade dos seus produtos, equipando para isso todas as suas fábricas com as mais modernas máquinas de inspeção automática e recorrendo a testes de controlo de qualidade, aliado à sua capacidade de encontrar soluções inovadoras e flexíveis, permite-lhe ser um fornecedor de referência no setor da alimentação e bebidas (BA Vidro 2013).

1.1.2 O Departamento de Mercados

O grupo BA apresenta uma estrutura organizacional matricial em que as diversas funções estão centralizadas, havendo assim um maior controlo das atividades e evitando a duplicação de recursos.

O departamento de Mercados é composto pela unidade de Vendas, Serviço ao cliente, Planeamento, Desenvolvimento de Produto, Desenvolvimento de negócio e Marketing. Este departamento é responsável por todas as atividades a montante da produção e expedição das embalagens, que incluem o desenvolvimento do produto e respetiva parte comercial, todas as componentes de Marketing de promoção e posicionamento da empresa no seu negócio *business-to-business*, o planeamento da sua produção e o serviço contínuo prestado ao cliente.

1.2 O Projeto de Racionalização de Portfólio de Produtos na BA Vidro

Atualmente, de forma a satisfazer a procura cada vez mais exigente e alcançar um maior número de segmentos diferentes, as empresas têm aumentado o número de artigos que oferecem, levando a que os seus fornecedores de embalagens tenham que produzir e gerir um maior número de *sku*'s. Neste momento, a BA possui 1.675 *sku*'s distribuídos, de acordo com a figura seguinte, pelos seus segmentos principais.

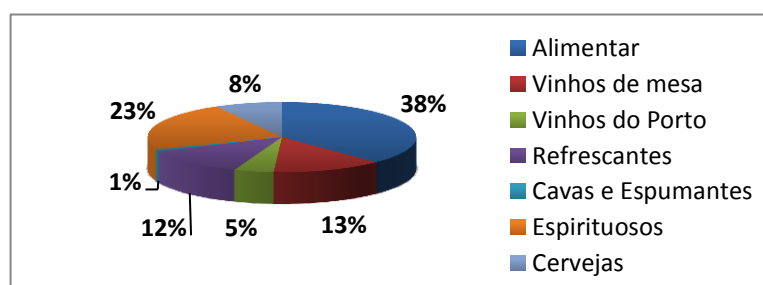


Figura 2 - Distribuição do número de *sku*'s pelos diferentes segmentos de mercado.

Da análise da figura constata-se que os segmentos alimentar e o das bebidas alcoólicas apresentam a maior variedade de artigos.

Na indústria vidreira cada forno pode abastecer várias linhas produtivas, que estão restringidas à cor da massa vítrea que está a ser produzida nesse forno. Na BA, o planeamento e alocação de um *sku* a uma determinada linha requer a consideração das variáveis seguintes: campanha de cor dos fornos, tipo de processo permitido em cada linha (soprado-soprado, prensado-soprado e *narrow-neck press and blow*), tipos de gota aceites nessa linha (simples, dupla, tripla), tipo de ventilação de moldes da linha, dimensão máxima dos moldes que a linha permite e as regras que limitam o número e tipo de mudanças permitidas por fábrica. Desta forma, as mudanças de produção de um *sku* para outro apresentam uma elevada complexidade e diversas variáveis a ter em conta. A BA classifica as suas mudanças de 0 a 7 (ver Anexo A), de acordo com a sua complexidade. No entanto, as mudanças de maior complexidade não implicam obrigatoriamente um maior dispêndio de tempo. Cada vez que se realiza uma mudança, existem perdas a nível da capacidade da linha e da energia do forno durante o

tempo da mudança, bem como quebras no rendimento das linhas nas doze horas seguintes à mudança, devido ao seu período de estabilização. Assim, a existência de um elevado número de *sku's* faz com que se realizem mais mudanças e que, consequentemente se aumentem as perdas. Adicionalmente, um maior número de *sku's*, faz com que a procura individual de cada um seja menor e, por isso, os seus lotes produtivos sejam mais pequenos, levando a um aumento da cobertura de *stock* devido à agregação de lotes produtivos de períodos de expedição diferentes para reduzir o impacto da mudança.

Quanto maiores os lotes produtivos, maiores são os ganhos de eficiência que se obtêm resultantes de economias de escala e da curva de experiência. O aumento do tempo produtivo de um *sku* permite que os trabalhadores dediquem uma maior atenção a essa produção, pois não estão ocupados com uma mudança, detetando mais facilmente oportunidades de melhoria. Para além disso, é possível também ir-se fazendo experiências na linha com o objetivo de obter melhorias, como o aumento da velocidade do tapete de transporte das embalagens, o que não é possível em produções pequenas. Neste sentido, e por todos os motivos apresentados, o projeto de criação de uma metodologia de racionalização de portfólio de produtos é importante para a BA na medida em que lhe permitirá reduzir o número de *sku's* que possui e, consequentemente, diminuir os seus custos e ineficiências produtivas. Uma vez que o segmento de vinhos é um dos que apresenta uma maior variedade de artigos, esta metodologia será aplicada a um dos maiores clientes de garrafas de vinho da BA.

1.3 Metodologia adotada

Este projeto dividiu-se em duas fases: a primeira em que se definiu e elaborou uma metodologia genérica de racionalização de *sku's*; a segunda, de aplicação e validação dessa metodologia a um caso de estudo em concreto. Por este motivo, a definição da metodologia de racionalização foi um processo iterativo de constante melhoria.

A metodologia para a racionalização de portfólio de produtos foi dividida em cinco fases: seleção de *sku's*, agregações, análise de impactos para a BA, Cliente e consumidor final.

▪ Seleção de *sku's*

A fase de seleção de *sku's* foi fundamental para definir os *sku's* mais vantajosos a descontinuar e aqueles a manter. Primeiramente, definiu-se o método a adotar para a formação de grupos de *sku's*, em que cada grupo apresentaria características semelhantes e, consequentemente, políticas de atuação comuns a todos os *sku's* desse grupo. Para além disso, foi também necessário definir o número de grupos pelos quais se iam distribuir os *sku's*. Após esta fase, teve que se escolher os critérios a utilizar na avaliação da *performance* de cada *sku* para alocá-lo a um determinado grupo. Ainda nesta fase, foi também necessário definir o peso a atribuir a cada critério de classificação de forma que a agregação trouxesse um maior benefício à BA.

▪ Agregações

Concluída a fase de seleção de *sku's*, passou-se à fase de agregação dos *sku's* com outros, descontinuando-se os primeiros. Esta fase teve como principal objetivo a agregação dos *sku's* que possuem uma pior *performance* com os que apresentam uma melhor em termos dos critérios definidos na primeira fase. No entanto, podia acontecer o caso em que se agregava um *sku* com outro deixando-se de garantir, com esta agregação, o cumprimento dos requisitos

técnicos. Desta forma, para evitar que tal sucedesse, criou-se uma matriz de compatibilidade que permite avaliar a garantia das especificações técnicas em cada agregação.

▪ Impacto na BA

Após as agregações, foi necessário analisar o impacto destas para a BA, em termos de poupanças. Para tal, teve que se definir primeiramente os indicadores mais adequados, tendo em conta os objetivos e funcionamento da empresa.

Com base na análise destes impactos foi possível determinar os pesos a atribuir a cada critério de seleção dos *sku's*, tendo em conta a sua contribuição na poupança final, de forma a encontrar a situação que maiores benefícios pode trazer à empresa.

▪ Impacto no cliente

Tal como se fez para a BA, analisou-se também os impactos de cada agregação para o cliente, de forma a que para este também resultassem benefícios com as agregações, aumentando a sua probabilidade de aceitação.

Neste caso, a definição dos indicadores para avaliar o impacto teve por base as três variáveis de acrescentam maior valor ao cliente, apresentadas na figura seguinte.



Figura 3 - As variáveis das quais depende a competitividade de um fornecedor.

▪ Impacto no consumidor final

Após a análise de viabilidade da agregação para a BA e para o cliente, foi necessário analisar o impacto dessa agregação para o consumidor final em termos de vendas totais de cada *sku*. Caso este fosse negativo, então a agregação não teria efeito, pois para a BA, apesar da relação direta que possui com o cliente, esta também tem um compromisso com o cliente final, pois este influenciará o volume de encomendas que recebe dele. Em suma, só quando o resultado do impacto na BA e no consumidor são positivas, é que as propostas são apresentadas ao cliente para apreciação.

1.4 Temas Abordados e sua Organização da Dissertação

Neste relatório será apresentada a metodologia de racionalização de *sku's* proposta e a sua aplicação a um caso de estudo real. Na secção 2 são apresentadas outras sugestões de abordagem a este tipo de problemas, designadamente as suas vantagens e desvantagens. A exposição e descrição do problema estão presentes na secção 3. A metodologia e as suas diversas fases e pressupostos são explicados em pormenor na secção 4. Na secção 5 é possível observar os resultados obtidos com a aplicação da metodologia ao caso real de um cliente e a sua consequente redefinição. A secção 6 apresenta as conclusões e perspetivas de trabalho futuras sobre esta temática.

2 Revisão de Literatura

A variedade de produtos desde há muito tempo que é utilizada como forma de as organizações aumentarem as suas vendas, pois, intrinsecamente, possuem a ideia de que um aumento da variedade de produtos permite-lhes aumentar a quota de mercado. No entanto, este pressuposto não está necessariamente correto. Por exemplo: quando a P&G reduziu a sua oferta de shampoos *Head & Shoulders* de vinte e seis para quinze, fez com que as vendas aumentassem 10%. Wan, Evers, and Dresner (2012) abordaram esta temática segundo duas perspetivas: *marketing* e operações. De acordo com a literatura sobre o *marketing*, uma elevada variedade de produtos tem por objetivo a satisfação das necessidades heterogéneas dos consumidores, aumentando assim a probabilidade de conseguir uma venda. Por outro lado, um excesso de variedade de oferta pode levar a uma confusão na seleção dos consumidores, tendo por isso efeitos prejudiciais. Para a vertente das operações, o aumento da variedade aumenta a dificuldade em gerir o inventário, reduz a *performance* operacional e pode provocar perda de vendas. Assim, Wan, Evers, and Dresner (2012) fizeram um estudo sobre o impacto da variedade de produtos tanto na *performance* das vendas como nas operações concluindo que quando a variedade de produtos atinge um determinado nível ótimo, o efeito negativo da *performance* operacional e a canibalização das vendas domina o efeito positivo resultante de se atrair uma maior variedade de consumidores, não devendo por isso ser ultrapassado.

O aumento da variedade de produtos tem levado a um aumento de inventário nos diversos setores, de forma a estarem sempre prontos a satisfazer a procura. Por vezes, este inventário ou disponibilidade de *sku's* pode ser tão elevado que se torna difícil e dispendioso geri-lo (Millstein, Yang, and Li 2014). Assim, uma alternativa para lidar com este inventário poderá ser através de uma racionalização de *sku's*, que consiste num processo de avaliar cada artigo com base na sua contribuição para os objetivos do negócio em geral e eliminar aqueles cuja contribuição seja negativa (Gilliland 2011).

A racionalização de *sku's* tem sido maioritariamente aplicada no setor do retalho, sendo por isso este pioneiro na abordagem desta temática. Nos últimos anos, principalmente devido à crise instalada a nível mundial, tem-se assistido a um maior interesse deste setor em racionalizar os diversos *sku's* que possui, como é o caso da Wal-Mart. Esta redução de *sku's* permite manter os *sku's* que são mais fáceis de gerir, mais eficientes e rentáveis. Contudo, antes de descontinuar um *sku* com base na sua *performance* é preciso ter em conta outros aspetos, tais como o *market basket*, o ciclo de vida do artigo, entre outros. A análise do *market basket* permite avaliar se a descontinuação de um artigo tem efeito noutros artigos, ou seja, se a sua inexistência tem impacto nas vendas dos restantes artigos, levando a uma perda de “clientes fiéis”. O facto de um artigo ser ainda novo no mercado faz com que este ainda não esteja estabilizado, devendo-se por isso monitorizá-lo de perto antes de o descontinuar para o caso de mostrar sinais de crescimento (Gilliland 2011). Um dos maiores problemas da Wal-Mart durante uma racionalização do número de *sku's* foi a inobservância do efeito *market basket* entre os artigos e, consequente, perda de vendas que os obrigou a repor os cerca de 300 artigos que tinham removido das prateleiras (Technology 2010).

A fase de seleção dos *sku's* apresenta uma elevada importância, pois permite selecionar os *sku's* mais adequados a descontinuar que tragam maiores vantagens à organização e que não comprometam nem influenciem a decisão de compra do consumidor face aos restantes artigos. Na literatura, existem vários métodos para classificação de inventários.

Uma das formas de gerir os diversos *sku's* é através da sua agregação em diferentes grupos com diversas características, para ser mais fácil a sua gestão e monitorização. O método mais recorrente para isso é a classificação do inventário de acordo com a análise ABC, na qual os *sku's* são classificados de acordo com um único critério, sendo o mais frequente o volume de vendas e o *annual dollar usage*. Com base no diagrama de Pareto, é possível classificar os diferentes *sku's* como tipo A, B ou C. O grupo A é constituído por cerca de 20% dos *sku's* que representam 80% das vendas totais, o C contém cerca de 50% dos *sku's* que perfazem um total de 5% do volume de vendas e o B contém os restantes *sku's* com um volume de vendas de cerca de 15%, como ilustrado na figura 4.

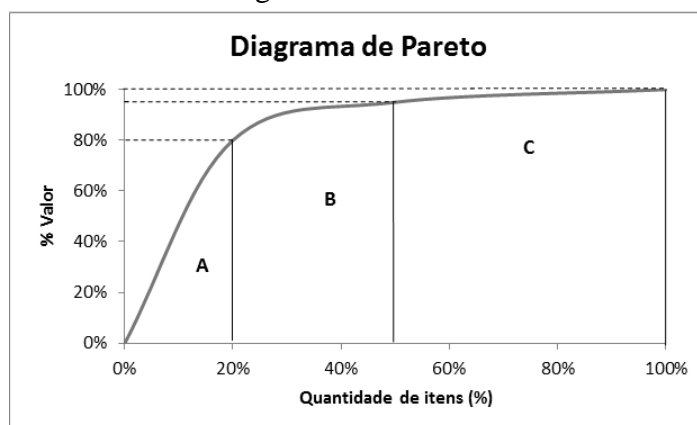


Figura 4 - Diagrama de Pareto.

Esta classificação permite que a organização tenha a perceção dos *sku's* que são críticos ao seu funcionamento (grupo A), e que por isso devem ser controlados e monitorizados de perto, e aqueles em que deve tomar medidas pois são pouco críticos para a sua sustentabilidade (grupo C). A maior vantagem da análise ABC prende-se com o facto de esta ser de fácil compreensão e aplicação pela generalidade dos gestores de inventário (Ramanathan 2006), o que se torna numa ferramenta apelativa para classificarem o seu *stock*. Contudo, dependendo do tipo de empresa e indústria, o critério a utilizar pode ser diferente, como por exemplo, no ambiente de constante mudança da indústria de alta tecnologia, a obsolescência pode ser o mais adequado critério a adotar. No setor da saúde, por exemplo, o fator criticidade desempenha um papel mais importante que o fator custo (Flores, Olson, and Dorai 1992). Para além disso, tem sido cada vez mais reconhecido o valor de se considerar mais critérios nesta análise, tais como o custo de inventário, a criticidade, o *lead time*, o número de encomendas por ano, os requisitos de tamanho do lote, a distribuição da procura, a obsolescência, a penalização em caso de ruturas, entre outros, pois em muitos casos estes tornam-se importantes para avaliar a relevância do *sku* (Ng 2007).

Nos últimos 20 anos, têm sido desenvolvidas muitas ferramentas de decisão de classificação multicritério de inventário. Flores et Whybark (1986) propuseram uma matriz para classificação de inventário com dois critérios, como ilustrado na tabela 1.

Tabela 1 - Matriz de classificação bi-critério.

		CRITÉRIO 1		
		A	B	C
CRITÉRIO 2	A	x	* *	*
	B	* *	x	* *
	C	*	* *	x

Como se pode verificar por observação da matriz anterior, seriam necessárias nove políticas diferentes para lidar com os *sku's* de cada um dos grupos da matriz. Apesar de ser possível o estabelecimento de nove políticas, seria mais difícil o seu processo de implementação e gestão eficiente. Assim, rapidamente se percebe que, com a adição de mais critérios, esta metodologia tornar-se-ia cada vez mais complexa e difícil de usar. Os gestores de inventário estão mais habituados a gerir apenas três grupos diferentes e, consequentemente, definir três políticas diferentes para estes, resultado da abrangente e constante recorrência à análise ABC (Flores, Olson, and Dorai 1992, Ng 2007).

Ramanathan (2006) desenvolveu uma metodologia “pesada” de otimização linear. O modelo primeiramente converte, para cada *sku*, todos os valores dos critérios numa *score* através da soma ponderada destes. A atribuição dos “pesos” a cada critério é feita recorrendo à otimização linear de forma a evitar qualquer tipo de subjetividade no processo, obtendo-se assim o *score* ótimo para cada item. No entanto, esta otimização é feita item a item, tornando-se por isso desvantajosa nos casos em que o número total de *sku's* é elevado, pois iria requerer um elevado tempo de processamento. Por último, os *sku's* são ordenados de acordo com a sua *score* e classificados em A, B e C segundo a regra de Pareto.

Saaty (1987) desenvolveu o *Analytic Hierarchy Process* (AHP) como sendo uma ferramenta para ajudar os decisores a escolherem entre um conjunto finito de alternativas, combinando múltiplos objetivos. Este método tem sido largamente aplicado em casos de tomada de decisão, planeamento, alocação de recursos e resolução de conflitos (Saaty 1987). Apesar da possibilidade de utilizar todos os critérios que se pretender, Saaty (1987) sugere que apenas se usem sete de cada vez devido às limitações da mente humana para analisar uma elevada variedade de critérios em simultâneo. Neste método, primeiramente, o decisor define o número e critérios que pretende adotar na classificação do inventário. De seguida, estes critérios são organizados de acordo com a sua hierarquia, isto é, são divididos em critérios e subcritérios. Por último, um conjunto de *pairwise comparisons* é realizado para cada nível da hierarquia, de forma a se converter a opinião subjetiva do decisor nos pesos a dar a cada um dos critérios e a sua importância relativa (Flores, Olson, and Dorai 1992). O mesmo processo é aplicado para a avaliação preferencial de cada alternativa face às restantes, para cada um dos critérios. A figura seguinte apresenta a hierarquia presente nesta metodologia.

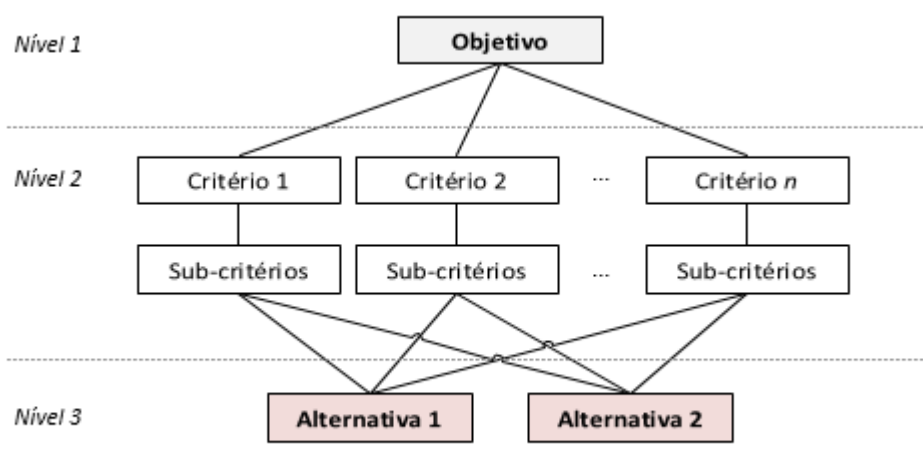


Figura 5 - Metodologia do AHP.

Tal como Ramanathan (2006), Saaty (1987) ordena os *sku's* por ordem decrescente da sua *score* e recorre à distribuição da análise ABC para os agregar em três grupos, o que pode fazer com que alguns itens, apesar de possuírem *scores* muito próximos, sejam classificados em grupos diferentes (Flores, Olson, and Dorai 1992). A subjetividade inerente a este método é uma das suas maiores desvantagens, pois está inteiramente dependente da opinião de um indivíduo. Saaty (1987), para garantir coerência nas comparações feitas pelos indivíduos, sugere que para cada matriz se calcule o seu rácio de consistência (*consistency ratio*). Este indicador permite avaliar as preferências relativas entre as diversas alternativas. No entanto, este não garante que esta ordem preferencial seja a mais adequada e indicada, pois baseia-se somente em opiniões. Esta subjetividade é tão marcante que a probabilidade da aplicação deste método por vários indivíduos dentro de uma mesma organização resultar em conclusões distintas é muito elevada. Ao contrário do que se verifica na metodologia de Ramanathan (2006) em que os pesos são gerados quando o modelo é otimizado, no AHP estes são criados fora do modelo, de forma exógena. Para além disso, os pesos obtidos no AHP são comuns a todos os itens do inventário (Ng 2007).

Uma vez que os critérios podem apresentar diferentes unidades, o impacto destas diferentes escalas tem que ser eliminado. Desta forma, todos os métodos normalizam os seus valores dos critérios, assim como os pesos numa escala 0-1 (Flores, Olson, and Dorai 1992). Esta normalização vai permitir que o peso atribuído a um determinado critério seja igual à proporção de importância que esse critério tem perante os restantes. No entanto, essa conversão exige o conhecimento dos valores extremos de cada um dos critérios. Este facto faz com que os valores normalizados se alterem caso os limites sejam diferentes, devendo, por isso, os gestores de inventário estar atentos a estes valores, pois um valor inválido levará a uma errada classificação e agrupamento dos itens (Ng 2007).

A literatura sobre classificação de inventários foi útil para a fase de seleção dos *sku's*. Para este projeto, devido à complexidade da indústria, recorreu-se a uma análise multi-critério para a classificação dos *sku's*, pois apenas um critério não era suficiente, tal como defende Ng (2007). A partir desta, foi possível perceber a desvantagem comum a todos os métodos multi-critério expostos, pois no final recorrem à análise ABC para classificar e alocar os *sku's* pelos três grupos. Esta análise pode originar que *sku's* com comportamentos semelhantes estejam alocados em grupos diferentes e limita o número de grupos que se formam. Assim, neste projeto, recorreu-se a um método de *clustering* para eliminar esse problema e garantir semelhança entre os *sku's* de um mesmo grupo. A lógica de atribuir uma *score* aos *sku's* foi aproveitada na fase de agregações para distinguir a *performance* entre os diversos *sku's* de um mesmo grupo.

3 Descrição do Problema

Como referido anteriormente, a BA apresenta um portfólio de 1.675 *sku's*, distribuídos pelos diversos segmentos de acordo com o apresentado na figura 6, para os últimos três anos.

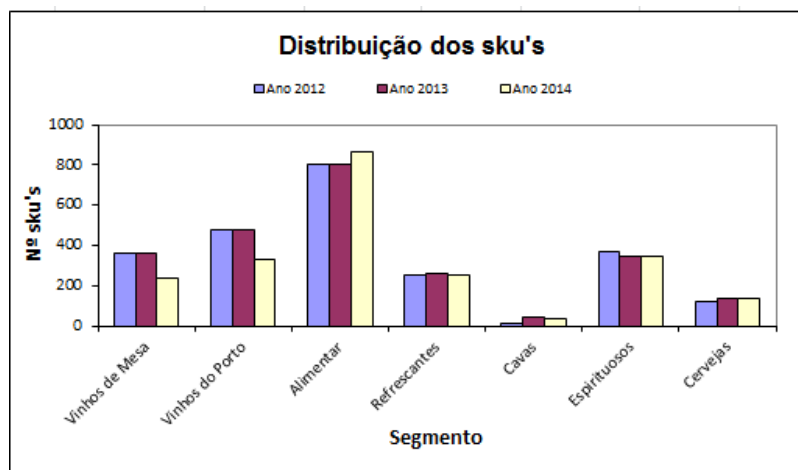


Figura 6 - Distribuição dos sku's pelos principais segmentos, nos últimos três anos.

É possível constatar que o número de *sku's* por segmento tem-se mantido estável, com exceção dos vinhos de mesa e porto que têm vindo a diminuir e o alimentar que tem aumentado. Apesar da diminuição do número de *sku's* verificada nalguns segmentos, tendo em conta a baixa flexibilidade produtiva da empresa, o valor total de *sku's* continua elevado. Desta forma, surge a necessidade de a BA criar uma metodologia que lhe permita uma eficiente racionalização destes *sku's*, pois o aumento da variedade e complexidade do portfólio tem impactos negativos ao longo da sua *supply chain*. De acordo com Wan et al. (2012), esta afirmação pode parecer contraditória, pois estes defendem que existe um nível ótimo de variedade de produtos no qual se verifica um equilíbrio entre a *performance* operacional e de vendas. Assim, seria de esperar que a racionalização de *sku's* não deveria ser feita de forma isolada desta análise pois pode causar impacto negativo nas vendas, resultante de se atrair uma menor variedade de consumidores. No entanto, para a BA, a racionalização de *sku's* não afeta diretamente o consumidor final, mas antes o seu cliente devido ao seu negócio B2B, de acordo com o esquema seguinte.

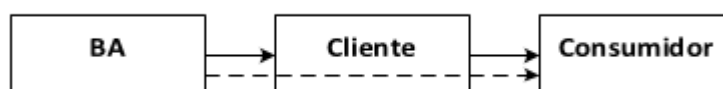


Figura 7 - Relações entre os intervenientes no processo de racionalização de sku's.

Como se pode constatar da figura anterior, a racionalização de *sku's* na BA vai fazer com que *sku's* atuais sejam descontinuados e agregados com outros, deixando de existir esse *sku* para o seu cliente. O consumidor final continuará a ter disponível o mesmo artigo para venda só que numa embalagem diferente, resultado da agregação da BA. Desta forma, a análise de Wan et al. (2012) não é necessária, pois o artigo final vai continuar a existir, satisfazendo a mesma variedade de consumidores atual. Esta análise só seria pertinente se a racionalização de *sku's* fosse realizada ao nível do cliente e não do seu fornecedor.

De seguida será apresentada a *supply chain* da empresa com o objetivo de melhor se compreender todo o seu processo.

3.1 Supply chain

De indústria para indústria e de organização para organização, a agregação de *sku's* pode ter impactos diferentes na *supply chain*. Assim, torna-se necessário analisar a cadeia de abastecimento da BA de forma a determinar o seu “elo mais fraco”, no qual o aumento de variedade trará um maior impacto nos custos (Vergouwen 2010).

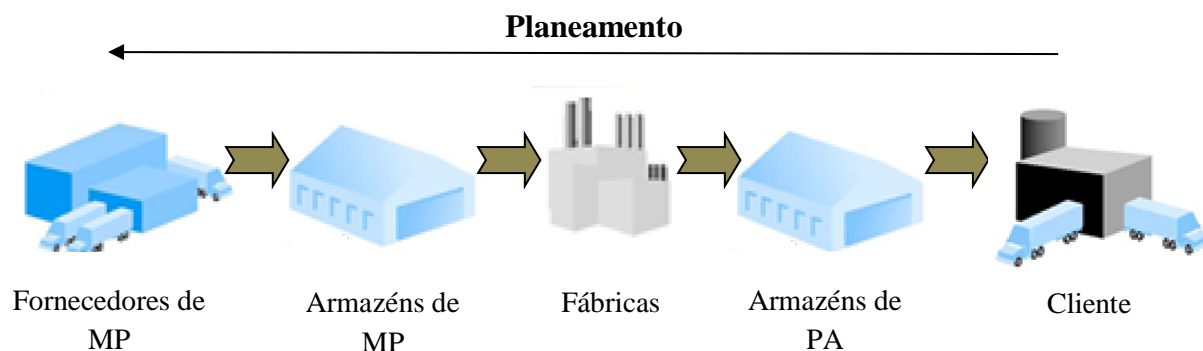


Figura 8 - Supply chain da BA Vidro.

O vidro é um produto inorgânico, homogêneo e inerte resultante da fusão de diversas matérias-primas. O vidro é constituído por três óxidos principais: óxido de sílica como vitrificante (70%), óxido de sódio como fundente (13%), óxido de magnésio e cálcio como estabilizante (10% a 12%), e outras substâncias em menores quantidades, como afinantes, corantes e descorantes. Uma vez que o vidro é um produto 100% aproveitável, de forma a se reduzir a quantidade de sílica necessária, pode-se incorporar casco (vidro partido) como matéria-prima auxiliar (15% a 60%), diminuindo-se os custos associados à compra de matérias-primas. Todas as garrafas possuem a mesma composição, variando apenas a quantidade dos componentes de acordo com o peso da garrafa e a cor desta, o que faz com que as encomendas de matérias-primas aos fornecedores possam ser feitas em quantidades que permitam obter maiores poupanças, pois essas matérias serão sempre utilizadas nas produções futuras, ficando armazenadas em armazéns próprios ou arrendados.

O processo produtivo das embalagens de vidro é constituído por quatro fases principais, de acordo com o esquema seguinte.

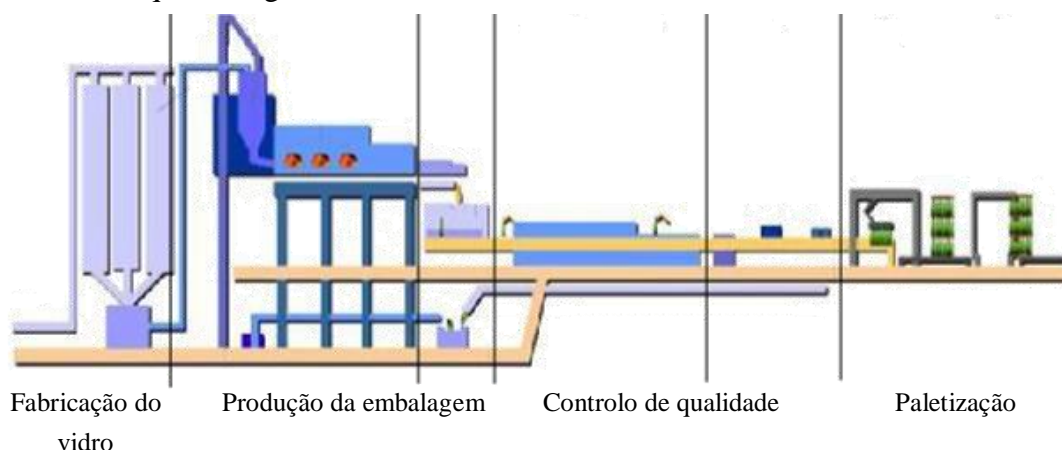


Figura 9 - As fases constituintes produção da embalagem (Almada-Lobo 2002).

3.1.1 Fabricação do vidro

A fabricação do vidro é um processo que se subdivide em duas fases: composição e fusão das matérias-primas para moldação das embalagens. Na fase de composição, as matérias-primas são armazenadas em silos, doseadas e misturadas com vista a obter a composição da massa a vitrificar. Todo este processo é controlado e monitorizado de forma a garantir que são misturadas as quantidades corretas para a cor e quantidade que se pretende obter, tendo em conta a tiragem bruta (quantidade de vidro fundido) máxima do respetivo forno. De seguida, essa massa é fundida nos fornos de material refratário a uma temperatura média entre 1500°C e 1600°C, formando-se um leito de vidro que irá alimentar as máquinas IS (*independent section*), explicadas à frente.

Devido ao funcionamento contínuo dos fornos, quando há *setup* numa máquina, continua a existir o escoamento de vidro a fio a sair do forno, tendo este que ser encaminhado para uns reservatórios (maceiras) onde será aproveitado posteriormente como casco.

Uma vez definida e estabelecida uma cor de massa vítrea do forno, a mudança desta é um processo lento que pode demorar entre 12h a 72h, sendo por isso estabelecidas campanhas de cor para cada forno e os respetivos períodos de vigoração para evitar paragens frequentes.

3.1.2 Produção da embalagem

Para o processo de fusão do vidro, a BA possui dezasseis fornos regenerativos, distribuídos pelas suas sete fábricas, que permitem um aproveitamento do ar quente que geram. Devido aos elevados custos, tanto energéticos como de vendas perdidas, estes fornos laboram ininterruptamente, possuindo por isso um tempo médio de vida de doze anos. Cada forno “alimenta” um determinado número de máquinas, sendo a capacidade do primeiro ajustada à capacidade das segundas.

De um modo geral, o processo de produção de um artigo ocorre da seguinte forma: primeiramente, a massa vítrea sai do forno em fio, seguindo por uns canais até à máquina (ou linha). De seguida, antes de entrar na máquina, esse fio de vidro é cortado em gotas que, com a ajuda de uns defletores, são continuamente encaminhadas para os diferentes setores da máquina. Já no setor, a gota é primeiro inserida no molde principiar (molde que dará à gota a forma inicial do artigo) e depois, através de uns “pinças”, este pré-artigo, denominado de *parison*, é conduzido para o molde final para obter a forma final pretendida. De seguida, os artigos são conduzidos através de um tapete rolante para a arca de recozimento, sendo primeiro sujeitos a um tratamento de superfície a quente (TSQ) que lhes conferirá uma maior rigidez. Na arca de recozimento, os artigos são sujeitos a uma curva de aquecimento específica para aliviar as tensões internas, resultantes do rápido arrefecimento depois de saírem do molde final, sendo de seguida arrefecidos lenta e gradualmente de forma a não serem criadas tensões novamente. Finda esta fase, os artigos são sujeitos a um tratamento de superfície a frio (TSF) que tem como objetivo conferir-lhes o brilho característico do vidro e evitar os riscos nas embalagens causados pelos choques mecânicos e o atrito entre estas. Uma outra vantagem do TSQ é facilitar a penetração do TSF. De seguida, as embalagens são reencaminhadas para a zona de controlo de qualidade.

As máquinas IS têm como característica principal o facto de poderem trabalhar por secções, de forma independente. Desta forma, caso não se pretenda ativar todas as suas secções numa produção, a máquina pode ser fracionada, assim como, caso se verifiquem anomalias com um determinado setor, este pode ser desligado e sujeito a manutenção sem que a máquina seja

toda desativada, não afetando por isso toda a produção dessa linha. Cada máquina IS apresenta características específicas, que têm que ser tidas em conta no momento do planeamento da produção, tais como o tipo de gota, a dimensão dos moldes permitida, o tipo de processo e o tipo de ventilação admissível, explicados de seguida.

3.1.2.1 Tipo de gota

Cada molde, principiar e final, pode ser constituído por uma ou mais peças (moldes), permitindo obter mais do que uma embalagem por conjunto de moldes. No entanto, esta possibilidade depende da dimensão do artigo e da dimensão da máquina, podendo por vezes só ser permitido obter um artigo por secção em cada instante, como acontece nos garrafões de vinho por exemplo. O número de artigos que se podem obter é igual ao número de gotas a inserir na secção.

A cadência de cada máquina, isto é, o número de embalagens produzidas por minuto é determinada pelo número de gotas por secção, pelo número de secções ativas da máquina e pela velocidade desta. A *cavity rate* (CR) é o parâmetro que permite avaliar a velocidade com que uma gota (embalagem) sai da máquina. Este parâmetro tem que ver com a capacidade de arrefecimento daquela embalagem, ou seja, a capacidade para diminuir a sua temperatura desde a entrada nos moldes (entre 1100 a 1200°C) até à saída destes (cerca de 700°C). Assim, quanto mais leve for a garrafa, maior será a sua capacidade e maior a sua CR, pois em menor tempo se consegue aquela redução de temperatura. Esta capacidade depende de vários fatores, tais como o tipo de ventilação utilizado para arrefecimento dos moldes que estão a aproximadamente 550°C e o tempo de vida dos moldes. Note-se que quanto maior for o desgaste dos moldes, maior será a quantidade de vidro necessária para garantir que aquela embalagem tem a capacidade que se afirma ter. Por estes motivos, a CR está limitada porque se não se garantir determinado arrefecimento, maior será a probabilidade de aparecerem defeitos no corpo e interior da embalagem, reduzindo o rendimento de produção. Com base no exposto, compreende-se o motivo de a mesma embalagem em cores diferentes, poder apresentar CR diferentes, pois podem ser produzidas em linhas diferentes.

3.1.2.2 Dimensão dos moldes

Quando os moldes são de mais que uma gota, então é necessário ter em consideração a sua dimensão para planear a linha em que se vai produzir. Esta dimensão consiste na distância entre os centros dos moldes, podendo ser de 4'' ¼, 5, 5'' ½ ou 6'' ¼. A figura seguinte mostra a dimensão de um molde de gota dupla.

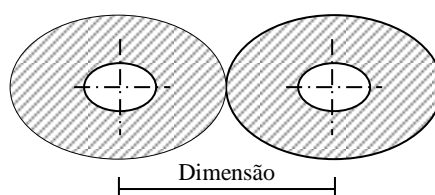


Figura 10 - Dimensão dos moldes.

3.1.2.3 Tipo de processo

Na fase de moldação das embalagens existem vários processos, dependendo do artigo. Os diferentes processos diferem no tipo de mecanismo que dá origem à pré-forma da embalagem, sendo os seguintes: soprado-soprado (SS), prensado-soprado (PS) e *narrow neck press-blow* (NNPB).

No processo SS, a gota é primeiramente inserida no molde principiar (figura 11 - A), sendo de seguida sujeita a um sopro pneumático no sentido descendente (figura 11 - B) e depois a um sopro contrário a este (figura 11 - C), através do qual se obtém a pré-forma da embalagem. Após esta fase, o *parison*, que já tem a marisa totalmente definida, é invertido e transportado para o molde final (figura 11 - D). Por último, a forma final da embalagem é obtida por outro sopro que faz com que o vidro se ajuste às paredes do molde (figura 11 - F), sendo depois a embalagem retirada do molde e encaminhada para o tapete rolante (figura 11 - G) em direção à zona dos tratamentos térmicos.

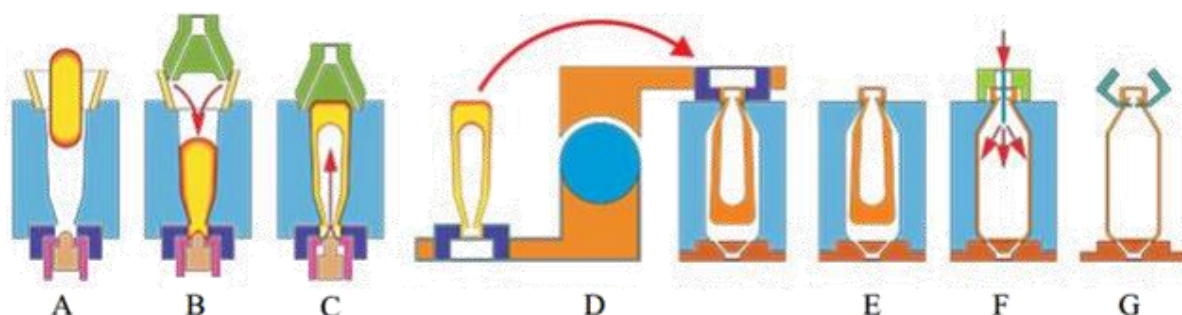


Figura 11 - Sequência ilustrativa do processo produtivo soprado-soprado (Manoel 2010).

Este tipo de processo é o mais adequado em artigos de boca estreita, intermédia (24 a 38 mm) e em garrafas com embocadura entre 3 a 38mm. Uma das suas maiores desvantagens é o facto de não haver um controlo total do sopro que é feito para o interior da embalagem, fazendo com que o estiramento do vidro não seja uniforme e, consequentemente, a espessura da embalagem não seja constante. Este processo é maioritariamente utilizado nas garrafas de vinho.

Ao contrário do processo SS, no prensado-soprado o *parison* é obtido com recurso a um punção que empurra a gota de vidro contra as paredes do molde principiar (figura 12 - A, B, C). A fase de obtenção do artigo final é igual à do processo explicado anteriormente.

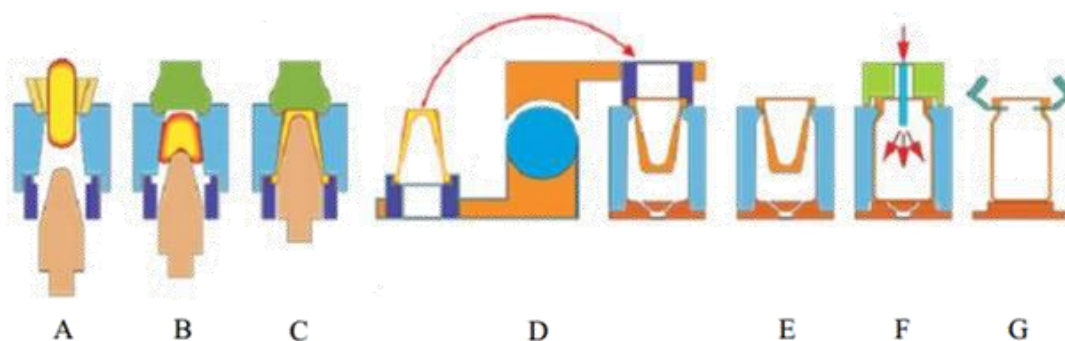


Figura 12 - Sequência ilustrativa do processo produtivo prensado-soprado (Manoel 2010).

Este processo é utilizado quando os artigos possuem uma boca larga, diâmetro superior a 38mm, sendo estes maioritariamente frascos alimentares.

O processo NNPB difere dos anteriores, na medida em que este é mais utilizado quando se pretende obter artigos leves ou extra leves com um gargalo de diâmetro entre 16 e 24 mm. O funcionamento deste processo é igual ao PS, como apresentado na figura seguinte. No entanto, o primeiro permite uma maior homogeneidade na distribuição do vidro e poupanças a nível da quantidade de vidro necessária. Por outro lado, este apresenta uma menor produtividade das linhas, acarreta um acréscimo dos custos, pois são necessários punções e ferramentas especiais e uma maior exigência no que respeita a manutenção de todo o equipamento de moldação.

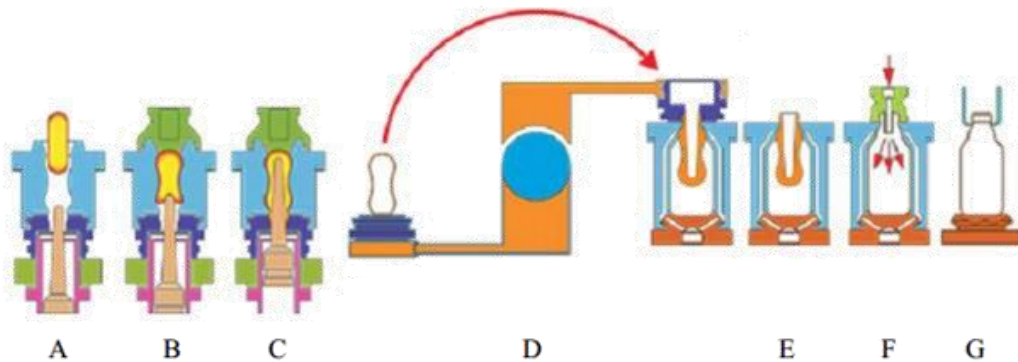


Figura 13 - Sequência ilustrativa do processo produtivo NNPB (Manoel).

3.1.2.4 Tipo de ventilação

Com o objetivo de arrefecer os moldes, pois estes estão sujeitos a elevadas temperaturas, o que pode dificultar o processo de solidificação do vidro, tanto os moldes principiar como os finais estão sujeitos a um determinado tipo de ventilação. Existem vários tipos de ventilação possíveis, sendo o radial e o *vertyflow* os tipos mais utilizados na BA.

Na ventilação radial, os moldes possuem uma superfície exterior com ranhuras de forma a aumentar a superfície de contacto do molde com o ar ventilado. Na ventilação *vertyflow*, os moldes apresentam uns canais interiores nas paredes através dos quais há um fluxo de ar, impulsionado de forma pneumática na linha. Este último tipo é mais eficiente e frequente que o primeiro e não exige a colocação de umas colunas de ventilação junto dos moldes para provocar a circulação do ar.

A zona que vai desde a fabricação do vidro até à zona de TSQ das embalagens é designada internamente pela empresa por zona quente. Após cada mudança da zona quente, a BA usa o IMM (Índice Médio de Mudança) como indicador para avaliar o impacto da mudança na estabilização da linha. Este índice mede o rendimento das linhas nas doze horas seguintes a cada mudança e quanto maior, mais rapidamente a linha estabilizou.

A zona fria inicia-se no final da zona quente e inclui a zona do TSF, as máquinas de controlo de qualidade e os paletizadores. Tal como acontece na zona quente, cada vez que há uma mudança de *sku* numa linha, a zona fria também é sujeita a uma mudança, classificando-as de A a D. Uma vez que ambas as zonas estão em série, isto é, o tapete rolante que transporta as embalagens é o mesmo, isto obriga a que haja uma coordenação entre a mudança de uma zona com a da outra. Como a zona fria apresenta uma folga de 30% face à zona quente, o risco de a primeira se tornar o *bottleneck* cada vez que ocorre uma mudança na linha é muito reduzido.

Cada embalagem apresenta determinados requisitos técnicos necessários. Uma característica comum a todas as embalagens é a sua resistência mínima e a sua exequibilidade. Para além disso, por vezes é necessário ter em conta outros parâmetros de funcionamento da embalagem como o seu nível de carbonatação, a possibilidade de ser retornável e o tipo de marisa. Quanto maior o grau de carbonatação do seu conteúdo, maior a capacidade que a embalagem tem para suportar pressões no seu interior, como acontece nos espumantes, por exemplo. A retornabilidade é um fator que obriga a que a garrafa tenha uma maior espessura para suportar maiores choques mecânicos pois vai fazer mais ciclos que as embalagens de uso único, como é frequente nas cervejas. O tipo de marisa, isto é, o tipo de boca da embalagem que está diretamente relacionada com o tipo de fecho desta, pode ser também uma restrição a ter em conta na conceção das embalagens, dependendo da sua aplicação e propósito. Por exemplo, nos frascos de molhos, este possuem uma marisa específica pois são cozidos dentro dos frascos fechados.

3.1.3 Controlo de qualidade

Após a aplicação do TSF, as embalagens passam por uma máquina rotativa e uma máquina de inspeção visual com o objetivo de avaliar a sua qualidade perante determinados requisitos, sendo por isso inspecionada 100% da produção nesta zona. Para além disso, são frequentemente recolhidas amostras das linhas em produção e levadas para o laboratório onde se fazem diversos testes, verificando-se se os valores se encontram dentro das tolerâncias especificadas pelo cliente.

3.1.4 Paletização

O processo termina com a paletização das embalagens. Normalmente, a especificação da configuração da paleta final de produto acabado é determinada pelo cliente tendo em conta a sua linha de enchimento das embalagens e até mesmo a existência de empilhadores capazes de retirar as paletes dos camiões e de as colocar no seu armazém.

Por vezes, alguns *sku's* são decorados, não estando o processo de decoração em linha com a produção, sendo esta uma atividade auxiliar ao processo produtivo anteriormente descrito e um serviço que a BA presta em paralelo. Após a paletização, os artigos são reencaminhados para o armazém de produto acabado (PA) e somente quando uma encomenda de *sku's* decorados é despoletada pelo cliente, é que estes vão para a linha da decoração. Com isto, a BA diminui os riscos de ficar com produtos obsoletos em armazém uma vez que com a decoração a embalagem fica destinada a uma marca específica, não podendo por isso ser vendida a outro cliente ou com outro conteúdo.

A BA tem capacidade para aplicar quatro tipos de decoração: serigrafia (S), foscagem (F), *sleeve*, e *pressured sensitive label* (L). A serigrafia consiste na impressão de imagens/texto na embalagem com tintas cerâmicas. A foscagem consiste em despolir a superfície da embalagem, tornando-a menos transparente. A *sleeve* consiste na colocação de uma manga retrátil sobre o corpo da embalagem. Para além da decoração, existe a possibilidade de a embalagem conter uma gravação no vidro. Esta gravação faz parte do molde, o que faz com que as garrafas saiam da zona quente já com esta característica, não estando relacionado com qualquer tipo de decoração.

A nível interno, a BA classifica os seus PA's (produtos acabados) de acordo com a codificação seguinte, contemplando todas as características de uma embalagem.

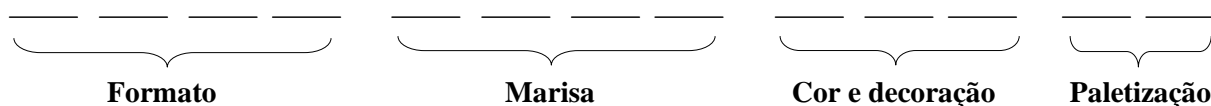


Figura 14 - Codificação do produto acabado.

Os quatro primeiros algarismos representam o modelo/formato da embalagem. No segmento dos vinhos, ao qual pertence o caso de estudo que se vai aplicar, existem três formatos principais das garrafas: bordalesa, borgonha e reno, como ilustrado na figura seguinte. As garrafas de espumante são neste relatório designadas por cava.

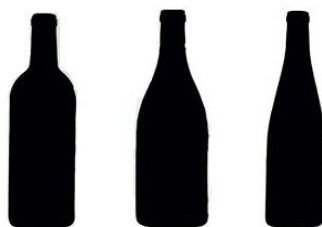


Figura 15 - Os três formatos das garrafas de vinho: bordalesa, borgonha, e reno, respetivamente (Sacando o Vinho 2011).

Os quatro caracteres seguintes representam o tipo de marisa/fecho da embalagem. Os três seguintes representam a cor, sendo que o último algarismo deste representa o tipo de decoração da embalagem (por exemplo: VBA significa verde escuro sem decoração e VBF significa verde escuro com foscagem). Os dois últimos algarismos dão indicação sobre o tipo de paletização a aplicar. Por exemplo, o PA 0721B292VBS01 representa a garrafa 0721, com marisa de rolha B292, de cor verde-escuro serigrafado e paletização 01.

A empresa, em certas ocasiões, utiliza o PF (produto final) em vez do PA. A única diferença entre estes reside no facto de o primeiro não possuir o tipo de paletização, uma vez que esta pode variar de cliente para cliente e até mesmo para o próprio cliente, não tendo impacto no planeamento e na produção, pois a mudança dos paletizadores é rápida. Assim, ao longo deste relatório só se irá fazer a análise em termos de PF e não PA.

No final de cada produção, os produtos acabados são armazenados nos armazéns próprios ou arrendados junto da fábrica onde foi produzido, uma vez que a BA produz para *stock*.

Da análise da *supply chain*, observa-se que o planeamento é realizado de acordo com os *inputs* obtidos do cliente, com base nas suas previsões de vendas relativas à quantidade e ao período da respetiva necessidade. Uma vez que a empresa segue uma filosofia *make-to-stock* e não *make-to-order*, todo o seu planeamento é feito com base em previsões fornecidas pelos clientes, correndo o risco de ter *stockouts* e não conseguir satisfazer a procura. Em média, o planeamento é feito para os três meses seguintes de procura. No entanto, para evitar ruturas, estes são diariamente revistos (revisão periódica de *stocks* (Gonçalves 2000)) para o caso de a procura exceder o previsto e a empresa ter capacidade de resposta e de planeamento de uma nova produção. As encomendas vão sendo enviadas à medida que o cliente necessita.

Devido aos custos e perdas associados a uma mudança, a empresa tem como regra que qualquer produção tem que estar pelo menos dois dias em linha. Isto pode levar a que nos casos em que as previsões de vendas anuais do *sku* não perfaçam os dois dias de produção, se possua uma cobertura de *stock* elevada e, consequentemente, um maior risco de

obsolescência. Para além disso, existem várias regras em cada fábrica a que o planeamento está sujeito, como o facto de não se poder realizar mudanças às Sextas-feiras, fins de semana e férias e haver um número limite de mudanças por semana e por fábrica, que foram criadas para beneficiar a BA como um todo.

Após a análise da *supply chain*, é possível constatar que o “elo” em que haverá um maior impacto nos custos com o aumento da variedade de produtos, é a produção pois os armazéns representam um custo fixo para a empresa e devido à filosofia de produzir para *stock*, estes dificilmente serão encerrados, podendo-se apenas conseguir economizar alguma área necessária, devendo-se por isso concentrar a atenção no primeiro. O planeamento será também um parâmetro a ter em conta devido ao elevado número de pedidos de produção, às campanhas de cor dos fornos, às regras das fábricas e a todas as restrições das linhas que é preciso ter em conta na alocação de um *sku*, pois nem todas as linhas estão disponíveis para todos os *sku*'s.

O projeto de racionalização de *sku*'s surge da necessidade de a empresa reduzir a sua complexidade produtiva e de planeamento e, consequentemente reduzir os seus custos pois conseguirá obter produções mais longas. Existe, assim, a necessidade de criar uma metodologia para a BA ser capaz de reduzir a variedade de *sku*'s e analisar a sua viabilidade. Se esta indústria fosse diferente, isto é, se o seu produto final fosse um conjunto de vários componentes, então esta variedade até poderia ser benéfica pois alguns componentes poderiam ser comuns e assim aproveitar-se-iam economias de escala ao produzi-los em maiores quantidades. No entanto, o produto da BA é somente uma embalagem, por isso quanto menor a sua variedade, mais benéfico será para a empresa, pois maiores serão as suas produções e respetivas eficiências. De seguida apresenta-se detalhadamente o caso de estudo para aplicação da metodologia.

3.2 Caso de Aplicação

Com o objetivo de testar e validar a metodologia, vai-se recorrer ao portfólio de produtos de um dos maiores clientes de garrafas de vinho da BA, designado a partir daqui de Cliente.

Escolheu-se este cliente pois apresenta um portfólio de setenta e um *sku*'s, sendo que mais de 80% da quantidade destes é fornecida exclusivamente pela BA. Para além disso, com a agregação aumenta-se a probabilidade de conquistar os restantes 20% fornecidos pela concorrência, pois a descontinuação de determinados *sku*'s pode fazer com que o Cliente encomende somente à BA a quantidade dos *sku*'s descontinuados que agora fará parte de um *sku* agregador.

3.2.1 Dados dos *sku*'s

O portfólio do cliente apresenta garrafas pertencentes a quatro segmentos de vinhos: vinhos de mesa, vinhos do Porto, espirituosos e cavas. As garrafas de vinho do Porto podem ser garrafas de formato alto ou baixo.

Uma vez que a procura anual do Cliente para cada *sku* sofre poucas variações, utilizaram-se os dados das vendas reais entre 01/04/2013 e 31/03/2014 para cada *sku*, assumindo-se que as vendas deste ano em diante permanecerão parecidas.

A tabela do Anexo B apresenta os referidos *sku*'s, assim como as suas características de segmento e formato. Para além disso, é também apresentado o nível de criticidade de cada um destes, tendo em conta o facto de serem a imagem de marca da empresa cliente e os

responsáveis pelo seu crescimento e maior volume de receitas. As duas últimas colunas mostram se o *sku* é novo este ano ou não, e se o mesmo é exclusivo do Cliente ou se é um artigo *standard* vendido a vários clientes.

Como se pode constatar da tabela, existem alguns *sku*'s novos, isto é, que foram introduzidos somente este ano pelo Cliente. Com exceção dos modelos 7680 e 1813, todos os outros novos *sku*'s deste ano resultam da descontinuação de outros, pelo que se vão utilizar os dados destes últimos para os primeiros, admitindo que esta alteração não terá impacto nas vendas ao consumidor final. A garrafa 3197, não teve vendas no período temporal de análise, ou pelo menos não foi encomendada à BA, usando-se as suas vendas reais de Abril de 2012 a Abril de 2013.

Da tabela observa-se também que existem alguns *sku*'s com decoração (mais precisamente, foscagem, serigrafia e *label*). Alguns destes, o cliente tanto pede com decoração como pede sem decoração. Nesses casos, como a produção da embalagem é feita em conjunto e só quando uma encomenda com decoração é despoletada é que esta passa por esta fase, em termos produtivos e de planeamento da produção, que são os elos da cadeia com maior impacto, não há qualquer distinção entre estes dois tipos de *sku*, sendo somente agregadas as respetivas vendas. Em termos de custo produtivo, estes *sku*'s são diferentes, mas esta diferença não é significativa ao ponto de justificar a sua análise separada, usando-se somente o custo sem decoração.

Para a criação da metodologia, para cada *sku*, foi necessário conhecer todos os seus parâmetros como as vendas reais referidas, o custo produtivo, o IMM, a cadência, a variabilidade da procura ($COV = \text{Desvio padrão da procura} / \text{Média da Procura}$) e a cobertura de *stock*. Com exceção destes três últimos, todos os outros parâmetros foram obtidos através do sistema integrado de gestão da empresa. O cálculo da cobertura de *stock* será explicado na secção seguinte.

Os novos *sku*'s que não vieram substituir outros, não apresentam dados produtivos como IMM, cadência, COV e cobertura de *stock*, pois devido à sua novidade ainda não houve qualquer produção e, consequentemente, não há histórico sobre esses parâmetros.

Para a cadência, uma vez que esta varia com o número de gotas e o número de secções da linha, foi necessário fazer alguns cálculos para a determinar e assumir determinados pressupostos. Dado que o número de secções varia de linha para linha e esta pode produzir vidro em diversas cores, apenas se considerou a campanha de cores atual nos fornos, limitando assim a alocação de cada *sku* a um número limitado de linhas, de acordo com a sua cor e dimensão.

A tabela do Anexo C apresenta as linhas da Península Ibérica, uma vez que não há produção na Polónia para este cliente, em que é possível produzir garrafas de vinho, pois são adaptáveis ao processo soprado-soprado e aquelas que produzem as cores das garrafas do portfólio do Cliente. Da tabela é possível observar a cor que cada linha está a produzir, assim como a dimensão dos moldes que suporta, o tipo de gota, o número de setores máximo que possui e o seu rendimento médio.

O ideal para a BA é que cada linha ocupe por completo todos os seus setores, caso contrário estará a ter custos de oportunidade por ter setores inativos e não estar a aproveitar a capacidade do forno. No entanto, isto nem sempre é possível pois não existem moldes suficientes para a ocupação completa da linha, ou pelo facto de a capacidade do forno limitar o *throughput* nas linhas. Assim, a análise da cadência e do número de setores e gota foi feita

tendo em conta o número de moldes existentes para cada *sku*, considerando que durante uma produção, tem que se ter no mínimo quatro moldes de reserva. Nos casos em que era possível produzir uma mesma cor e dimensão em mais do que uma linha, considerou-se a situação em que a cadência seria maior, caso houvesse moldes. Por exemplo, no caso de um *sku* ser branco e ter moldes de dimensão 6 ¼, se possuísse apenas vinte e quatro peças de moldes, então seria alocado à linha VN-31 pois na LE-23 não garantia os moldes de reserva e na VN-33 não estaria a aproveitar a capacidade máxima que possui.

Como se pode constatar, no caso da cor VB para gota dupla existem três linhas onde é possível produzir, sendo indiferente o número de setores das máquinas. Assim, nesses casos, para a análise de impactos, usou-se as respetivas médias do rendimento e margem. O mesmo raciocínio foi aplicado na cor preta para as linhas AV-41 e AV-43, pois a ambas pode ser alocado um mesmo *sku*.

3.2.2 Dados dos fornos

Para além dos dados relativos a cada *sku* foi necessário conhecer também os dados relativos a cada forno, nomeadamente o custo energético deste por tonelada de vidro produzido. Uma vez que este custo depende da cor que está a ser produzida em cada forno, foi feita uma média do custo com base em dados de Janeiro de 2013 a Fevereiro de 2014.

3.2.3 Dados das linhas

Para além do rendimento, foi também necessário calcular a margem de cada linha por minuto. Para isso, foram recolhidas as produções dos últimos dois anos em cada linha. Com base nessa informação, selecionaram-se, para cada linha, os dez *sku's* que mais dias de produção a ocuparam e as respetivas margem de lucro e cadência por minuto, obtendo-se assim a margem média de cada linha por minuto. Em vez de se utilizar a ocupação de cada *sku* em termos absolutos (dias de produção), poder-se-ia ter utilizado em termos relativos de ocupação total da linha e selecionar os *sku's* que ocupavam cerca de 50% da linha. No entanto, esse método levava a que se obtivessem menos de dez *sku's* para o cálculo da margem, o que diminuiria a fiabilidade dos dados, pois como se está a usar dados desde 2012, existe possibilidade de alguns dos *sku's* já nem existirem atualmente.

4 Metodologia de Racionalização de Portfólio de Produtos

Com o objetivo de facilitar o processo de racionalização de *sku's*, foi criada e elaborada uma metodologia genérica capaz de ser aplicada pela BA a qualquer portfólio de um cliente ou segmento específicos. De forma a avaliá-la e validá-la recorreu-se ao caso de estudo do Cliente e respetivo portfólio, podendo-se assim aperfeiçoá-la com base em dados reais.

A metodologia desenvolvida dividiu-se em cinco fases: seleção de *sku's*, agregações, impacto destas agregações na BA, impacto das mesmas no Cliente e, finalmente, no consumidor final, de acordo com o diagrama seguinte.

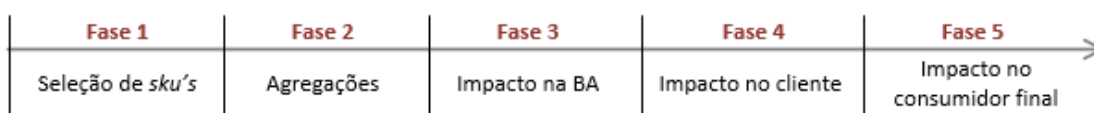


Figura 16 - Sequência da metodologia de racionalização dos *sku's*.

4.1 Seleção de *sku's*

Na fase de seleção de *sku's*, o que se pretendia era criar uma forma de os avaliar de acordo com determinados critérios para auxiliar a fase das agregações e, consequentemente, na seleção dos *sku's* a descontinuar.

Tendo em conta o funcionamento da empresa e a indústria em questão, começou-se por analisar os critérios mais adequados para a classificação dos *sku's*. Desta forma, escolheram-se os seguintes critérios:

- **Criticidade:** permitirá avaliar se os *sku's* são críticos ou não para o cliente, pretendendo-se que estes fiquem num grupo separado.
- **Variabilidade da procura:** é importante na medida em que, face a todas as restrições de alocação de um *sku* nas linhas produtivas e as restrições no número de mudanças permitidas por fábrica, quanto mais instável for a sua procura, maiores constrangimentos causará no planeamento e maiores as probabilidades de entrar em rutura de fornecimento, tanto deste *sku* como de outros que estivessem planeados para entrar em produção.
- **Custo de produção:** possibilitará a separação dos *sku's* de acordo com os mais económicos para a empresa em termos produtivos e os mais dispendiosos. Este custo engloba parâmetros como a matéria-prima utilizada (cor do vidro), o rendimento de produção desse *sku*, o tipo de marisa do *sku*, a sua cadência produtiva e o custo de transporte, tendo sido previamente acordado com o cliente o local de entrega.
- **Cadência:** influenciará a velocidade da produção.
- **IMM:** dado a sua importância para a empresa na medida em que avalia a estabilização da linha nas doze horas seguintes à mudança, é também um critério importante para classificação dos *sku's*.
- **Cobertura média de stock:** para avaliar, em média, durante quantos meses o *stock* do *sku* é suficiente para fazer face à sua procura.

Dado que o custo de produção já engloba a cadência, seria de esperar que a adição deste critério individualmente fosse redundante. No entanto, como apresentado no gráfico seguinte, não existe uma relação linear entre estes dois critérios. Para além disso, no custeio da BA, esta

cadência corresponde somente à cadência da última produção do *sku*, não tendo em conta os casos excepcionais em que se fracionou uma linha para satisfazer uma rutura inesperada de uma quantidade reduzida, nem a consideração de utilizar a linha que otimiza o número de moldes utilizados.

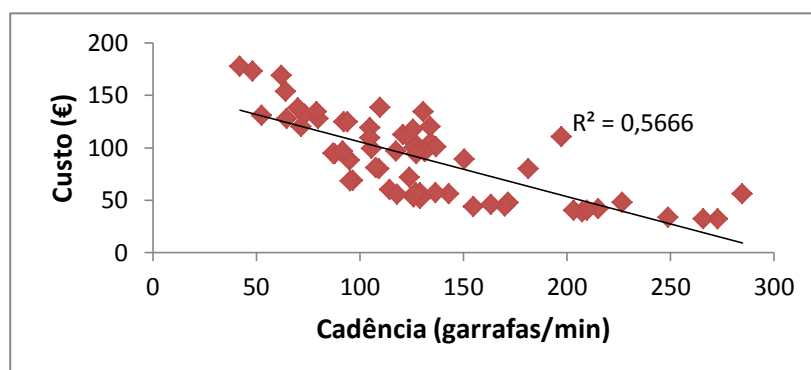


Figura 17 - Relação entre os critérios custo de produção e cadência.

Como se pode verificar na figura 17, a aproximação dos valores a uma regressão linear apresenta um coeficiente de determinação de 56,66%, o que significa que apenas 57% dos dados são explicados pela regressão. Desta forma, exclui-se a possibilidade de redundância dos dois critérios.

Tal como acontece na maioria das metodologias de classificação de inventários, um dos critérios sempre presente é o volume de vendas. Nesta metodologia, este não foi incluído uma vez que, ao contrário dos outros métodos em que se pretende descontinuar o produto final ao cliente, neste caso o produto final vai continuar a existir mas com uma embalagem diferente, estando por isso disponível ao cliente e sendo as vendas as mesmas, se a agregação passar nas fases seguintes. No entanto, a não inclusão deste critério pode fazer com que a metodologia não inclua o risco associado de mudar uma embalagem que apresenta um elevado volume de vendas e cuja alteração pode afetar um elevado número de consumidores. A avaliação deste risco será então considerada na última fase em que se avalia o risco da agregação no consumidor final e, consequentemente, no volume de vendas.

Perante os critérios apresentados, foram excluídos da análise os novos *sku*'s deste ano devido à falta de histórico produtivo para o cálculo dos seus parâmetros IMM, COV e cobertura de *stock*. A fase do ciclo de vida em que os *sku*'s se encontravam foi também um dos fatores para a sua exclusão.

Como se observa na figura 18, o ciclo de vida de um produto abrange cinco fases, sendo a primeira a sua introdução no mercado. Assim, é de esperar que a variabilidade da procura de um novo *sku*, no início, seja superior à de um *sku* na fase de maturidade, não sendo por isso a sua COV um critério adequado para avaliar a sua *performance* e definir a sua classificação.

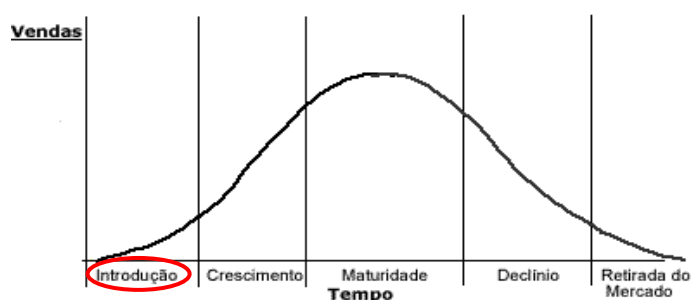


Figura 18 - Ciclo de vida de um produto (Friesner 2014).

Após a definição dos critérios, foi necessário atribuir-lhes uma importância que permitisse obter uma classificação dos *sku's* ajustada ao funcionamento da empresa. Para isso, a sequência apresentada na figura 16 foi aplicada de forma iterativa. Começou-se por definir pesos aleatórios e de seguida aplicaram-se as fases 2 e 3 em que se analisou o impacto das agregações para a BA. Perante os resultados obtidos, foi possível inferir sobre quais os critérios que tinham maior influência nestes impactos e os pesos relativos a atribuir a cada um. Após esta redefinição dos pesos, recomeçou-se o processo, seguindo de forma sequencial todas as fases.

A classificação dos *sku's* foi feita de forma desagrupada, isto é, com os dados de cada *sku* individualmente, pois o agrupamento por segmentos seria bastante redutor, uma vez que existem poucos segmentos.

O método adotado para a classificação dos *sku's* em diversos grupos tendo em conta os critérios e pesos referidos, foi o *k-means clustering*, cujo funcionamento é ilustrado na figura 19.

D: nº de dados	K: nº de <i>clusters</i>
1	Escolhe aleatoriamente <i>k</i> pontos (dados) como centros dos <i>clusters</i> (média)
2	Repeat
3	For each ponto <i>x</i> de D
4	Calcula a distância de Euclides entre <i>x</i> e cada centróide dos <i>clusters</i>
5	Aloca <i>x</i> ao <i>cluster</i> mais perto
6	End for
7	Recalcula a média dos <i>clusters</i> atuais
8	Until alcançar <i>clusters</i> estáveis (média dos <i>clusters</i> atuais igual à dos <i>clusters</i> anteriores)

Figura 19 - Pseudo-código do *k-means clustering*.

Com este método, ao contrário da análise ABC que define uma dimensão específica para cada grupo, conseguem-se obter grupos mais homogêneos pois os *sku's* são agrupados de acordo com a sua similaridade, independentemente da dimensão do *cluster*. A desvantagem deste algoritmo é o facto de ser necessário incluir o número de *clusters* pretendidos como input.

A aplicação deste algoritmo foi feita recorrendo ao *software* RapidMiner. Neste, com o objetivo de os pesos atribuídos aos critérios serem iguais à proporção de importância que esses têm perante os outros, todos os valores dos critérios foram normalizados entre 0 e 1. Contudo, isto exigiu o conhecimento do valor mínimo e máximo para cada critério. Nesta metodologia o que se fez foi usar o mínimo e o máximo dos dados que se possuía, o que pode fazer com que, caso os limites se alterem, os valores normalizados se alterem também.

Relativamente ao número de *clusters*, foi definido um $k=4$ em que um dos grupos seria o grupo dos *sku's* críticos e os restantes três grupos seriam os grupos dos não críticos com melhor, intermédia e pior *performances*. Com isto, consegue-se saber de imediato quais os *sku's* mais vantajosos de descontinuar (pior *performance*) e quais os que compensam manter (melhor *performance*) e assumir o papel de *sku's* agregadores dos primeiros. No caso de o Cliente mostrar interesse em saber quais os melhores e piores *sku's* dos críticos, faz-se $k=5$ e aplica-se o mesmo raciocínio dos não críticos. No caso de estudo em causa, o Cliente não se mostrou interessado nessa análise.

4.2 Agregações

Após a classificação dos *sku's* e agrupamento destes pelos quatro *clusters*, procedeu-se às agregações dos *sku's* entre os diferentes grupos. Uma vez que o Cliente não autorizou qualquer tipo de alteração aos seus *sku's* críticos, esta fase só se focou nos *clusters* dos *sku's* não críticos. Perante estes *clusters*, agregaram-se os *sku's* dos *clusters* de pior e *performance* intermédia a um *sku* do *cluster* com melhor *performance*, como ilustrado na figura 20. Caso não existisse a possibilidade de agregar com os três grupos, tentou-se pelo menos agregar *sku's* de um *cluster* posicionado mais direita com *sku's* de um *cluster* da esquerda.

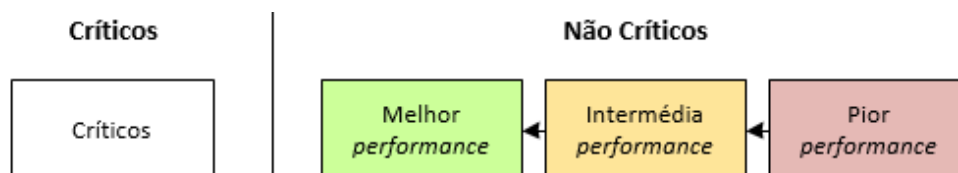


Figura 20 - Agregações entre *clusters*.

Durante as agregações, como a dimensão do *cluster* de melhor *performance* era superior a um, surgiu a necessidade de possuir um critério que permitisse decidir qual o melhor *sku* do conjunto de *sku's* desse grupo. Para isso, criou-se um método em que, dentro de cada *cluster*, era atribuída um *score* a cada *sku* de acordo com a sua *performance*. O cálculo deste é feito com base na soma do produto entre os valores dos critérios normalizados para cada *sku* e o respetivo peso atribuído. Assim, durante a agregação sabia-se que o *sku* com maior *score* era o mais vantajoso para ser o agregador.

Tal como referido anteriormente, existem algumas especificações técnicas que as garrafas têm que cumprir. Daí que algumas agregações possam não ser válidas, pois a garrafa agregadora não garante os mesmos requisitos técnicos das garrafas a descontinuar, não podendo por isso conter o mesmo tipo de vinho. Exemplificando: agregar uma garrafa de espumante, que devido às elevadas pressões a que vai estar sujeita necessita de possuir determinada espessura de vidro, com uma garrafa bordalesa para vinho de mesa. Devido às características técnicas de uma cava, o seu peso será maior e, consequentemente, a cadência menor e o custo maior, logo era provável que esta fosse alocada a um dos piores *clusters* e fosse vantajoso agregá-la com uma bordalesa mais leve. Para contornar esta possibilidade, criou-se uma matriz de compatibilidade, à qual cada agregação teve que ser sujeita antes de ser realizada e encaminhada para as fases de análises de impactos. Esta matriz permitiu avaliar se o *sku* agregador é ou não compatível com o *sku* a descontinuar em relação a determinadas especificações técnicas. No caso das garrafas de vinho, o único requisito técnico que poderia originar incompatibilidades era o grau de carbonatação do conteúdo das garrafas. Este está relacionado com a pressão interna a que a garrafa vai estar sujeita, havendo uma relação positiva entre estes.

Tabela 2 - Matriz de compatibilidade entre os *sku's* da agregação.

		<i>Sku agregador</i>	
<i>Sku a descontinuar</i>		Requisito 1	Requisito 2
	Requisito 1	✓	
	Requisito 2		✗

A tabela anterior apresenta um exemplo genérico de uma matriz de compatibilidade em que é possível constatar que a agregação não pode ocorrer, pois o *sku* agregador não é compatível com o *sku* a descontinuar a nível do requisito 2.

Cada agregação foi feita entre *sku*'s com a mesma capacidade, pois não fazia sentido sugerir descontinuar uma garrafa de 75cl por uma de 37,5cl. Assim, dentro de cada *cluster*, os *sku*'s foram ainda separados por capacidade.

Em suma, a fase das agregações processou-se da seguinte forma: primeiramente agregaram-se os *sku*'s dos piores *clusters* com os *sku*'s do melhor *cluster* que apresentavam um maior *score*. De seguida, testou-se a compatibilidade técnica entre esses *sku*'s. Caso esta fosse negativa, então retomava-se a primeira etapa e escolhia-se outro *sku* agregador. Caso contrário, agregavam-se os *sku*'s e passava-se às fases seguintes de análise de impactos. O fluxograma seguinte apresenta o procedimento a adotar nesta fase.

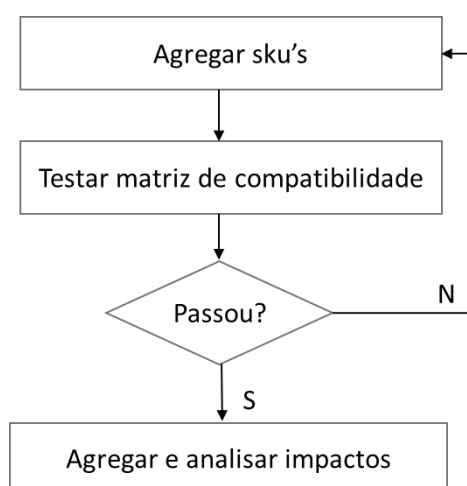


Figura 21 - Procedimento a adotar na fase de Agregações.

4.3 Análise dos Impactos na BA

Após a fase das agregações, foi preciso analisar o impacto destas na BA, de forma a avaliar se se justificava a sua implementação.

Numa empresa como a BA, uma agregação de *sku*'s tem impactos a vários níveis da *supply chain*. No entanto, como referido anteriormente, os mais significativos ocorrem a nível da produção e do planeamento, sendo por isso estes os elos de enfoque nesta fase da metodologia. Devido à complexidade desta indústria, nem todos os impactos são mensuráveis, havendo por isso a subdivisão em variáveis qualitativas e quantitativas.

4.3.1 Variáveis Qualitativas

Existem vários fatores que fazem com que a BA apresente uma flexibilidade produtiva reduzida, que se reflete também no planeamento das produções.

Ao nível dos fornos, o facto de cada um apenas fundir uma cor a cada instante e automaticamente as linhas associadas só poderem produzir embalagens dessa cor, bem como o tempo necessário para efetuar uma mudança de cor num forno, faz com que a alocação das produções esteja limitada às campanhas de cor em vigor. Um outro fator agravante desta situação é a necessidade de ter em conta os períodos e duração das campanhas para garantir

que na ausência de determinada cor num dado instante, exista sempre um volume de *stock* suficiente para satisfazer a procura durante esse período.

A nível das máquinas IS, os processos que estas aceitam, a sua dimensão e o número de secções que possuem são também fatores condicionantes à alocação dos *sku's* a uma determinada máquina.

Para além das condicionantes a nível dos equipamentos das fábricas, existem outras restrições que estrangulam o planeamento, definidas pelos diretores fabris. Estas regras existem em todas as fábricas e dificilmente podem ser relaxadas, pois originam de imediato conflitos entre o planeamento e as fábricas, uma vez que os objetivos são distintos. O planeamento pretende satisfazer todos os pedidos de procura fornecidos pelos comerciais, enquanto que as fábricas querem aumentar o seu rendimento, que é tanto maior quanto maiores as produções, fazendo com que as mudanças planeadas nem sempre sejam aceites por estas.

Tendo em conta todas estas restrições é perceptível a reduzida flexibilidade produtiva que a empresa apresenta e a dificuldade no planeamento resultante de um maior e diversificado número de *sku's*. Desta forma, a racionalização destes diminuirá os constrangimentos a nível do planeamento, pois serão menos referências para gerir e, consequentemente, menos mudanças a planear e menor probabilidade de ficar limitado pelas regras das fábricas. Para além disso, as agregações resultam numa menor variabilidade da procura que diminui a probabilidade de ruturas e consequente dificuldade de encaixar de imediato a sua produção. Contudo, este benefício não foi quantificável, sendo apenas expresso pela variação da COV, pois era necessário obter informação que a empresa não possuía em histórico, mas antes de conhecimento por experiência, variando esta informação de pessoa para pessoa. O cálculo da COV teve em conta a procura total do *sku* e não só apenas a relacionada com o cliente em estudo pois a BA planeia as suas produções em conjunto com todas as procuras de um artigo.

4.3.2 Variáveis Quantitativas

Em termos de variáveis quantitativas existem vários indicadores que permitem avaliar o efeito das agregações, a nível do custo de produção, dos dias de produção (cadência), do *setup* e da cobertura de *stock*.

4.3.2.1 Custo de Produção

A poupança mais imediata de uma agregação ocorre ao nível do custo de produção, pois o principal objetivo da empresa é o aumento do EBITDA e este consegue-se através de um aumento dos proveitos ou diminuição dos custos. Assim, com a agregação, o que se pretende é diminuir os custos associados à produção dos *sku's*. A agregação pode fazer com que os custos produtivos diminuam por se agregar com um *sku* que possui uma matéria-prima (cor) mais económica ou uma cadência superior, mas também porque o rendimento da linha aumenta de acordo com o aumento do volume de garrafas que produz. Apesar de o rendimento, em teoria, seguir uma função logarítmica e haver um ponto em que este tende a estabilizar e o seu aumento é muito reduzido, existem outros ganhos paralelos resultantes do aumento de tempo das produções em linha. De facto, um aumento da duração da produção permite que se realizem testes à velocidade da linha, de forma a tentar aumentá-la sem comprometer as produções, e outras melhorias resultantes de uma maior disponibilidade dos operadores para acompanharem e otimizarem a produção da linha, pois não estão ocupados com mudanças. Em suma, o aumento da duração da produção decorrente da agregação faz

com que haja uma diminuição dos custos produtivos desse *sku* devido a ganhos relacionados com economias de escala e experiência.

Atualmente, a BA possui um método de custeio de apoio à decisão que, tendo por base dados históricos e várias considerações, lhe permite obter um custo estimado de produção de um *sku* fornecendo ao sistema os dados sobre o seu formato, marisa, cor e volume de vendas. Assim, para cada agregação o novo custo de produção foi obtido recorrendo ao sistema da empresa para o novo volume de vendas do *sku* mas com uma variante. Em vez de se utilizar o rendimento calculado pelo sistema para o novo volume de vendas, foi calculado separadamente esse valor recorrendo a uma regressão logarítmica e inserido esse dado no sistema como *input*, para além do novo volume de vendas. Esta consideração foi aplicada, uma vez que a empresa calcula o novo rendimento com base na última produção do *sku* em SAP, podendo este ser um *outlier* resultante de algum fator anormal que tenha ocorrido.

4.3.2.2 Dias de Produção

Este parâmetro permite analisar se com a agregação o impacto de libertar a linha que produzia os *sku's* a descontinuar é positivo comparativamente com o aumento de ocupação da linha do *sku* agregador. Para este cálculo entra-se em conta com a cadência, pois o *sku* agregador pode possuir uma maior cadência e isso fazer com que a produção em termos globais seja mais curta e assim as linhas aumentem a sua disponibilidade. Para além disso, considera-se também a margem média por minuto de cada linha que permitirá fazer a quantificação monetária da agregação na ocupação das linhas. A equação (1) mostra o cálculo deste impacto. Doravante, todas as equações com somatórios de $i=1$ até N representam os índices dos *sku's* que participam na agregação. A referência à situação atual representa a situação depois de realizada a agregação.

$$\begin{aligned} \text{Impacto}_{\text{Dias de Produção}} &= \left(\sum_{i=1}^N \frac{\text{volume de vendas}_i}{\text{cadência}_i \times 60 \times 24 \times \eta_i} \times \text{margem da linha}_i \right. \\ &\quad \left. - \frac{\text{volume de vendas}_{\text{atual}}}{\text{cadência}_{\text{atual}} \times 60 \times 24 \times \eta_{\text{atual}}} \times \text{margem da linha}_{\text{atual}} \right) \end{aligned} \quad (1)$$

O termo “Dias de Produção” representa o número de dias necessário para produzir o volume de vendas anual do *sku* em causa, tendo em conta a sua cadência e rendimento na linha.

Para o cálculo do rendimento do *sku*, foi adotada uma regressão logarítmica com base no histórico de dados, pois sabe-se que o rendimento da linha inicia-se com um período de crescimento até atingir o rendimento de estabilização, como ilustrado na figura seguinte.

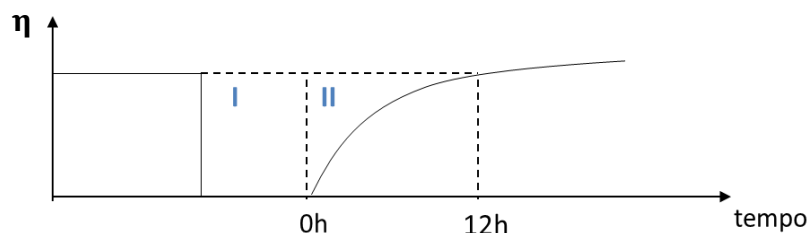


Figura 22 - Evolução do rendimento de uma linha durante uma paragem.

O valor do rendimento de cada *sku* obtém-se recorrendo à expressão da regressão para o lote médio de produção do *sku*, cujo cálculo será explicado mais à frente. O rendimento de um *sku*

varia de fábrica para fábrica e de cor para cor devido ao fator “operação”. A operação engloba variáveis como a idade dos equipamentos, a formação das equipas, a manutenção, a equipa de gestão e respetivo enfoque, entre outras variáveis de uma fábrica. Assim, é compreensível que o rendimento de uma mesma garrafa mas em cores diferentes e, conseqüentemente, fábricas diferentes, apresente rendimentos distintos. Para além disso, neste caso, existe também o fator cor que tem influência direta no rendimento devido à facilidade de trabalhar determinadas cores de vidros.

A adoção da unidade diária para este parâmetro permite verificar se o número de dias necessários para produzir o volume de vendas anual de um *sku* é inferior ou superior a dois dias. Caso ocorra a primeira situação, então, tendo em conta as regras da empresa, este valor terá que ser igual a dois dias, mesmo que isso ultrapasse a procura anual. No entanto, antes de fazer esse arredondamento é necessário analisar se se trata de um *sku* exclusivo do cliente em estudo ou de um *standard*. No caso de um artigo *standard*, se o volume de vendas total de todos os clientes for superior a dois dias de produção, mantém-se o número de dias daquele *sku* do cliente, sem arredondamento, pois a produção desse será feita em conjunto com a procura de todos os clientes. Para além disso, nos casos em que é exclusivo e o número de dias é superior a dois, é preciso arredondar esse valor por excesso para o valor inteiro mais próximo, pois a unidade de produção na BA é o dia.

4.3.2.3 Setup

Em termos produtivos e de planeamento, o impacto principal das agregações é a possibilidade de reduzir o número de *setups* das máquinas e, conseqüentemente aumentar a sua disponibilidade. Sempre que há uma mudança numa linha, acontecem duas situações: uma em que a máquina pára e o rendimento (denotado por η) de cruzeiro em que estava passa a zero enquanto sofre alterações para a produção seguinte, e outra em que a máquina arranca e demora um certo tempo até estabilizar na velocidade cruzeiro. Para a análise deste impacto, apenas se consideraram as máquinas da zona quente uma vez que são estas que estrangulam a produção. As áreas I e II da figura 22 representam as perdas durante um *setup*, que resultam da perda de produção durante esse período e do custo energético do forno.

▪ Vendas Perdidas

A paragem de uma máquina para a realização de uma mudança diminui a sua disponibilidade e, conseqüentemente, o seu volume de produção total. Este facto faz com que se percam os proveitos resultantes dessas produções. Assim, existem dois tipos de perdas relacionadas com as paragens: a primeira durante o período de paragem total da máquina (zona I) e outra em que esta perda não é total mas sim relacionada com as perdas de garrafas rejeitadas até à estabilização da máquina (zona II), de acordo com as equações seguintes.

$$\begin{aligned}
 & \text{Vendas perdidas}_I \\
 &= \sum_{i=1}^N \text{tempo setup}_i \times 60 \times \text{cadência média linha}_i \times \eta_{\text{linha},i} \\
 & \times \text{margem média linha}_i \times \text{variação setups}_i - \text{tempo setup}_{\text{atual}} \times 60 \\
 & \times \text{cadência média linha}_{\text{atual}} \times \eta_{\text{linha},\text{atual}} \\
 & \times \text{margem média linha}_{\text{atual}} \times \text{variação setups}_{\text{atual}}
 \end{aligned} \tag{2}$$

$$\begin{aligned}
Vendas\ perdas_{II} &= \sum_{i=1}^N (\eta_{linha,i} - IMM_i) \times 12 \times 60 \times cadência\ média_{linha,i} \\
&\quad \times margem\ média_{linha,i} \times variação\ setups_i - (\eta_{linha,atual} - IMM_{atual}) \\
&\quad \times 12 \times 60 \times cadência\ média_{linha,atual} \times margem\ média_{linha,atual} \\
&\quad \times variação\ setups_{atual}
\end{aligned} \tag{3}$$

Em ambos os momentos, as perdas são quantificadas tendo em conta a margem média da linha por minuto, a sua cadência e rendimento médios. Tal como na margem média da linha, o cálculo da sua cadência média seguiu o mesmo racional dos dez *sku*'s com maior ocupação na linha. O rendimento médio da linha foi obtido no sistema SAP da empresa para o período de 01/01/2013 a 30/04/2014.

A variação de $setups_i$ corresponde à variação de $setups$ de cada *sku* a descontinuar, ou seja, à diferença entre o número de $setups$ antes da agregação e o número de $setups$ após a agregação.

A variação de $setups_{atual}$ corresponde à variação de $setups$ que o *sku* agregador vai sofrer.

▪ Forno

Os fornos produzem vidro em contínuo, por isso durante uma paragem este continuará a “debitar” vidro. Uma vez que esse vidro perdido vai para casco e depois é reaproveitado como matéria-prima para outras produções, a única perda associada ao forno numa paragem é somente o seu custo energético. Tal como acontece nas vendas perdidas, também no forno as perdas subdividem-se em duas partes. Desta forma, na zona I, o cálculo desta perda será determinado pelo tempo da mudança médio daquele *sku*. Uma vez que este tempo depende de vários fatores, este foi obtido com base numa média dos registos que havia para esse *sku* na linha em análise, calculado da forma seguinte:

$$\begin{aligned}
Custo\ forno_I &= \sum_{j=1}^{N-1} vidro\ perdido_j \times custo\ energético\ forno_j \times variação\ setups_j \\
&\quad - vidro\ perdido_{atual} \times custo\ energético\ forno_{atual} \\
&\quad \times variação\ setups_{atual}
\end{aligned} \tag{4}$$

A variável j corresponde ao número de *sku*'s que vão ser descontinuados.

Na zona II, a perda energética do forno relaciona-se com as embalagens rejeitadas e, consequente vidro perdido, resultante de um rendimento inicial inferior ao rendimento de estabilização. Para este cálculo, assumiu-se que a linha demora 12h a estabilizar, utilizando-se como rendimento médio durante esse período o IMM. O tempo de estabilização de uma linha depende de vários fatores e varia de *sku* para *sku*, no entanto, devido à falta de dados mais detalhados utilizou-se o pressuposto das 12h pois é um valor médio de estabilização das linhas da BA. A fórmula seguinte apresenta o cálculo da perda do forno na zona II.

$$\begin{aligned}
Custo\ forno_{II} &= \sum_{j=1}^{N-1} (\eta_{linha,j} - IMM_j) \times cadência_j \times peso_j \times 60 \times 12 \\
&\quad \times custo\ energético\ forno_j \times variação\ setups_j \\
&\quad - (\eta_{linha,atual} - IMM_{atual}) \times cadência_{atual} \times peso_{atual} \times 60 \times 12 \\
&\quad \times custo\ energético\ forno_{atual} \times variação\ setups_{atual}
\end{aligned} \tag{5}$$

Se das quatro equações anteriores se obtiver um valor positivo, então significa que o impacto dessa variável é positivo face à sua situação anterior (desagregada).

Para a análise dos *setups*, foi necessário calcular o lote médio de produção de cada *sku*. Começou-se por analisar os dados históricos relativos às produções de cada *sku* entre 01/04/2013 e 01/04/2014. Com base nestes dados, determinou-se o lote médio de produção, fazendo uma média dos vários lotes do período em análise. No entanto, houve necessidade de analisar primeiro a existência de *outliers* nas produções. No Anexo D encontram-se os *sku's* em que foram encontrados e retirados os *outliers*. Todas as produções de apenas um dia foram excluídas (*outlier*), uma vez que viola uma das regras da empresa, tendo sido por isso um caso excecional. Da mesma forma, as produções de apenas dois dias em *sku's* cujos lotes de produção são significativamente superiores, também foram excluídas, pois deve ter sido causado por uma rutura de *stock* inesperada. Nos casos em que não houve produção no período em estudo devido à quantidade existente em *stock*, o lote médio deu nulo, tendo-se recorrido à cobertura de *stock* e procura médios para o cálculo destes, assumindo que essa quantidade foi toda produzida num *setup*. Esta consideração foi ainda comparada com o lote médio de produção de dois dias com um rendimento de 60% (valor mínimo plausível na BA) e caso este desse superior, então prevaleceu este valor como lote médio do *sku* em causa. A partir do lote médio foi possível calcular o número de *setups* atual de cada *sku* através da divisão entre a sua procura total e o seu lote, apresentado no Anexo E. As células a sombreado representam os casos em que o lote médio era nulo.

Para além dos *setups* atuais, foi necessário determinar o impacto no número de *setups* do *sku* agregador, visto que a sua procura aumentou. Para isso, verificou-se que existe uma relação linear entre a procura total anual do *sku* e o seu lote médio, de acordo com a figura seguinte, tendo-se excluído deste os casos de lote médio nulo.

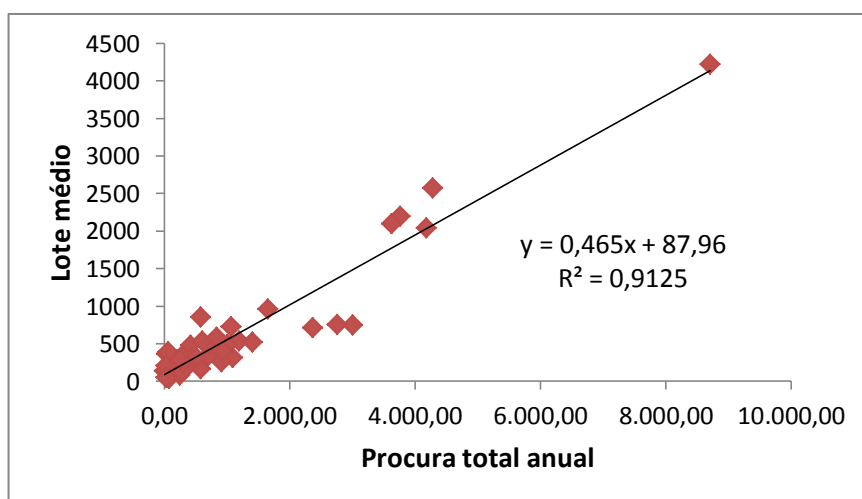


Figura 23 - Relação entre a procura e o lote médio.

No Anexo F encontra-se o teste do Qui-quadrado que permite validar que existe uma relação linear entre a procura e o lote médio, admitindo-se que os erros são independentes e normais.

Através destes dados, constatou-se que existe uma relação linear entre o lote médio a produzir e a procura total, permitindo o cálculo do novo número de *setups* do *sku* agregador com base na sua nova procura (soma da sua procura individual com a dos *sku's* a descontinuar). Uma vez que se trata de uma relação linear, então o número de *setups* do *sku* agregador manter-se-á constante, pois o lote médio aumentará na mesma proporção que a procura.

No caso dos *sku's* a descontinuar é preciso ter em consideração se estes são artigos *standard* ou exclusivos. Se forem exclusivos, então a agregação vai eliminar por completo os *setups* associados. No caso de serem *standard* verificar-se-á o mesmo que acontece com o *sku* agregador, mantendo-se contante o número de *setups* anual. No entanto, neste caso é preciso ter atenção se o novo lote médio não corresponde a uma produção inferior a dois dias, pois se isso acontecer, então iguala-se este novo lote aos dois dias. Com isto garante-se que não se calcula um número de *setups* superior aos que ocorreriam numa situação real, de acordo com as regras estabelecidas pela empresa.

4.3.2.4 Stock

A cobertura de *stock* permite saber quantos meses os artigos em *stock* satisfazem a sua procura média, de acordo com a seguinte expressão:

$$\text{Cobertura de stock} = \frac{\text{stock médio mensal}}{\text{procura média mensal}} \quad (6)$$

Para cada *sku* calculou-se a sua cobertura de *stock* recorrendo à expressão anterior. O *stock* médio mensal não inclui o *stock* de segurança, pois é suposto este manter-se constante, sendo a produção planeada de forma a satisfazer a procura e manter o nível de *stock* de segurança. No caso dos *sku's standard*, esta foi calculado tendo em conta a procura total de todos os clientes, pois o *stock* não é separado por cliente. Os valores de procura negativos referem-se a devoluções por parte dos clientes ou a erros de faturação que foram retificados.

Com as agregações, o *stock* global será inferior à soma individual do *stock* de todos os *sku's*. De forma a contabilizar este impacto, calcula-se o impacto em termos de custo de capital anual empatado em *stock* de produtos acabados, recorrendo à seguinte fórmula:

$$\begin{aligned} \text{Impacto}_{\text{cobertura de stock}} &= \sum_{i=1}^N \text{cobertura de stock}_i \times \text{procura média mensal}_i \\ &\quad \times \text{custo de produção}_i \times \text{custo capital} - \text{cobertura de stock}_{\text{atual}} \\ &\quad \times \text{procura média mensal}_{\text{atual}} \times \text{custo produção}_{\text{sku agregador}} \\ &\quad \times \text{custo capital} \end{aligned} \quad (7)$$

O custo de capital anual adotado foi de 10%, que representa a perda dos investidores da BA por terem o seu capital investido em *stock*, sem qualquer rendimento associado. No caso da BA, este custo de capital poderia ser superior a 10%, mas de forma a obter um resultado mais conservador, foi adotado aquele valor.

4.4 Análise dos Impactos no Cliente

Para o Cliente, as variáveis que lhe permitirão inferir se uma agregação é benéfica ou não, são o custo das garrafas (preço de venda para a BA), o prazo de entrega e a qualidade das garrafas. A análise de impactos para a BA só fica concluída após o cálculo da variação do preço que oferece ao cliente, pois só nessa fase poderá avaliar se as poupanças e eficiências produtivas que se obtém são suficientes para suportar a perda de margem resultante da agregação e, consequentemente, se a agregação é ou não vantajosa para si. Caso a BA ache benéfica a agregação, então analisa-se de seguida o impacto nas restantes variáveis para o cliente.

4.4.1 Custo

A variável custo foi calculada a partir da diferença entre o que o cliente pagava antes da agregação e o que passou a pagar após a agregação, de acordo com a seguinte expressão.

$$Impacto_{preço} = \sum_{i=1}^N preço_i \times volume\ vendas_i - preço_{atual} \times volume\ vendas_{atual} \quad (8)$$

4.4.2 Prazo

A variável prazo foi somente analisada em termos logísticos, uma vez que os restantes atrasos resultariam de atrasos produtivos. Dado que a BA produz com uma antecedência média de três meses com base nas previsões de procura fornecidas pelo cliente, os atrasos produtivos só ocorreriam caso as previsões estivessem erradas e a procura fosse superior ao previsto, não sendo por isso a BA responsabilizada por esses atrasos de entrega. Desta forma, a variável prazo só teve em conta a componente logística.

Todos os pedidos de encomenda despoletados pelo Cliente à BA são feitos com uma antecedência de duas a três semanas. Desta forma, mesmo que os artigos estivessem armazenados na fábrica mais distante para o Cliente, conseguia-se garantir sempre o cumprimento do prazo de entrega destes, sendo por isso nulo o impacto nesta variável para o Cliente. No entanto, este pode deixar de o ser nos casos em que o Cliente faça uma encomenda urgente, de entrega quase imediata. Nestes casos, apesar de raros no Cliente em análise, a agregação poderia ter impacto no prazo de entrega pois quanto mais perto a fábrica de produção e armazenamento da garrafa do Cliente, maior a facilidade e probabilidade de conseguir satisfazer estes pedidos urgentes e esporádicos.

4.4.3 Qualidade

O departamento de Qualidade da BA possui um sistema de classificação dos vários tipos de reclamações feitas pelos clientes de acordo com a gravidade da não conformidade. A tabela do Anexo G apresenta os três níveis de gravidade das reclamações e as suas características.

A análise do impacto na qualidade será feita com base numa comparação entre o número e tipo de reclamações dos *sku's* a descontinuar e o *sku* agregador. O histórico das reclamações analisado foi para o período entre 01/01/2012 e 30/04/2014.

4.5 Análise dos Impactos no Consumidor

As agregações só serão vantajosas para a BA e cliente se não causarem nenhum impacto negativo no volume de vendas, pois caso contrário, não devem ser levadas avante. As agregações não vão descontinuar o produto final (vinho), no entanto, a garrafa deste poderá apresentar um formato ou cor diferente, o que pode ter impacto na perceção do consumidor. Assim, tornou-se necessário, saber quais os principais consumidores do(s) vinho(s) de cada garrafa e qual o principal país consumidor e as suas tendências no segmento dos vinhos.

A título de exemplo, se se considerar um vinho de mesa de gama de preço alta, este será à partida maioritariamente comprado por pessoas de rendimento médio/alto. Desta forma, este segmento será menos sensível à garrafa do vinho e terá como primeiro critério de seleção o rótulo, o que faz com que uma agregação neste nível de preços seja menos suscetível de apresentar um impacto negativo no volume de vendas.

5 Apresentação de Resultados

Nesta secção procede-se à aplicação da metodologia apresentada anteriormente.

Devido à importância e elevado volume de negócios do Cliente na BA, este teve sempre uma presença ativa no processo, contribuindo maioritariamente na fase de agregações e na fase de impacto no consumidor, como será explicado mais à frente.

5.1 Seleção de *sku's*

Com base nos dados dos *sku's* do Cliente, procedeu-se à análise do ciclo de vida de cada um. Com isto, foram retirados do estudo as duas miniaturas de vinho do Porto (7608S023BR e 7608S023UV) e a 1813S089BA, pelos motivos expostos na secção 4.1. Da mesma forma, retiraram-se as garrafas que foram substituídas por outras (6571S306VR e 3644B355BR), mantendo-se somente estas últimas mas com os dados de COV e cobertura de *stock* das primeiras. Seguiu-se a fase de criação dos *clusters* de acordo com os critérios adotados: criticidade, variabilidade da procura, custo de produção, cadência, IMM e cobertura média de *stock*. Mesmo antes de se formarem os *clusters*, já se sabia que a criticidade seria o critério com um peso superior para garantir que não se faziam alterações ao portfólio das garrafas críticas do Cliente. A atribuição dos pesos aos restantes critérios foi um processo iterativo no qual se avaliava os impactos para a BA ao agregar *sku's* de um pior *cluster* para um melhor. Assim, na primeira iteração, começou-se por atribuir os seguintes pesos:

Tabela 3 - Pesos dos critérios na 1ª iteração.

Criticidade	Custo de Produção	IMM	Cadência	COV	Cobertura de <i>Stock</i>
80%	8%	3%	6%	2%	1%

Antes de aplicar estes pesos, todos os valores da tabela foram normalizados. De seguida, formaram-se os quatro *clusters*, obtendo-se os grupos apresentados no Anexo H. Com base nestes, o objetivo é agregar os piores *sku's* com algum *sku* dos outros dois grupos, preferencialmente do grupo com melhor *performance*, pois permitirá obter um melhor resultado. Como estas agregações tinham como objetivo o fornecimento de informação para refinar os pesos dos critérios, só foram analisadas as garrafas de 75cl, pois representam 86% do volume de vendas do portfólio. As agregações efetuadas são explicadas no tópico seguinte.

Em cada agregação obteve-se a poupança para a BA, para cada uma das suas variáveis quantitativas. Posteriormente, calculou-se a contribuição de cada uma das variáveis na poupança total da BA. A partir da tabela do Anexo I, constata-se que a variável “Dias de Produção” é a que arrecada uma maior poupança, seguindo-se-lhe o “Custo de Produção”. Com estes dados pretende-se determinar qual o peso a dar a cada critério. No entanto, nem todas as variáveis permitem inferir de imediato sobre o critério a si associado, como acontece com os “Dias de Produção” que são função das vendas, cadência, rendimento e margem da linha. Assim, não se pode concluir que a cadência contribui mais que o custo para a poupança da BA. De forma a eliminar o efeito da margem da linha nesta variável e assim se poder analisar mais isoladamente a cadência, atribuiu-se o mesmo valor da margem para todos os *sku's* das agregações, obtendo-se os resultados do Anexo J. Da análise da tabela verifica-se que parte da poupança dos “Dias de Produção” resulta do efeito da margem. Com estes novos dados, conclui-se que a importância a dar aos critérios segue a seguinte ordem decrescente:

custo de produção, cadência, IMM e cobertura de *stock*. Relativamente à variabilidade da procura, e uma vez que esta tem um impacto no planeamento não quantificável, foi-lhe atribuído um peso igual ao da cobertura, pois a sua redução tem um impacto direto no planeamento.

Apesar de já se saber a ordem de importância entre os critérios, de seguida teve que se estabelecer uma forma de determinar o seu valor. Para isso analisaram-se as poupanças das agregações realizadas, verificando-se que nas agregações das bordalesas VB e BA e das garrafas de vinho do Porto baixas têm que existir *sku's* em *clusters* diferentes, pois as poupanças obtidas com estas são elevadas. Da mesma forma, as garrafas da agregação bordalesa BR, têm que ser alocadas ao mesmo *cluster* pois a poupança obtida é reduzida devido à *performance* semelhante entre estas. Assim, recorreu-se a várias iterações com diferentes combinações de pesos de forma a garantir estas alocações, obtendo-se os pesos finais apresentados na tabela seguinte.

Tabela 4 - Pesos finais dos critérios.

Criticidade	Custo de Produção	IMM	Cadência	COV	Cobertura de <i>Stock</i>
80%	8%	2%	7%	1,5%	1,5%

Com os pesos da tabela anterior, obtiveram-se os *clusters* apresentados no Anexo K. A análise da tabela dos centróides de cada *cluster* (tabela 5) obtida no RapidMiner permite concluir que o *cluster* crítico é o *cluster* 3, o com melhor *performance* é o 2 pois apresenta um menor valor de custo de produção e maior cadência, o intermédio é o 0 e o com pior *performance* é o 1.

Tabela 5 - Centróides dos clusters.

Attribute	cluster_0	cluster_1	cluster_2	cluster_3
Criticidade	0	0	0	0.800
Custo (€)	0.025	0.052	0.015	0.034
IMM	0.014	0.013	0.011	0.012
Cadência (garrafas/min)	0.023	0.011	0.049	0.024
COV	0.004	0.007	0.004	0.006
Cobertura de stock	0.001	0.001	0.000	0.000

5.2 Agregações

Como referido anteriormente, nesta fase, para cada *cluster*, os *sku's* são divididos de acordo com a sua capacidade. O Anexo K apresenta esta repartição. Como se pode constatar, dentro do mesmo *cluster* e capacidade pode existir mais que uma garrafa com o mesmo formato e cor. Assim, nestes casos, ao efetuar uma agregação surge a dúvida de qual a melhor garrafa para agregar. De forma a garantir a agregação mais vantajosa, criou-se uma forma de avaliação relativa entre os *sku's* de um mesmo grupo, explicada na secção anterior. Uma vez que os critérios com maior influência na poupança para a BA são o custo e a cadência, então para cada *sku* atribuiu-se um *score* resultante da soma do produto entre o seu valor normalizado para cada um destes dois critérios e da criticidade e o peso destes. Como neste caso só existiriam estes critérios, manteve-se os 80% para a criticidade, distribuindo os restantes 20% da seguinte forma: 15% para o custo e 5% para a cadência. No entanto, como os três critérios não possuem uma relação positiva, a soma não representaria a *performance* real destes. Para isso, alterou-se o valor normalizado do custo para o seu inverso, procedendo-

se de seguida à soma do produto. A conversão do custo no seu inverso fazia com que houvesse um *sku* em que esta divisão era impossível (divisão por zero), usando-se neste caso o valor máximo de custo normalizado de todos os *sku*'s de todos os *clusters* multiplicado por 1,1 para assim representar o *sku* com melhor valor neste critério.

A fase das agregações entre os *sku*'s dos diversos *clusters* foi, neste caso, sujeita a algumas restrições por parte do Cliente. Em primeiro lugar, nenhuma das garrafas poderia mudar o seu formato, pois este não aprovaria a agregação por suspeitar que isso teria impacto direto nas vendas. De acordo com o Cliente, existe uma noção implícita nos consumidores associada a cada formato. Por exemplo: nos vinhos de mesa o formato reno é para vinhos verdes brancos e as garrafas de vinho do Porto altas são para vinhos *vintage*, *late bottle vintage* (LBV) ou *tawny* idades, associado a vinhos de maior qualidade. Para além disso, no caso das bordalesas, este quer manter as três cores que possui (VB, BR e BA). Apesar da semelhança entre uma garrafa branca e uma branco-azulada, o Cliente pretende manter esta última, independentemente dos custos, pois cria um impacto positivo no consumidor, associando-se a um vinho jovem e fresco, o que vai de acordo com os seus segmentos alvo para essas garrafas.

Todos os impactos calculados foram para um período anual.

Perante as tabelas dos Anexos K e L e tendo em conta as restrições do Cliente, a nível das garrafas de 75cl, foram realizadas as seguintes agregações:

Tabela 6 - Agregações dos *sku*'s de 75cl.

Agregação	Segmento	Formato	Cor	<i>Sku</i> 's a descontinuar	<i>Sku</i> agregador
1	Vinho de mesa	Bordalesa	VB	4366B292VB 7161B292VB	4380B292VB
2	Vinho de mesa	Bordalesa	BR	7161B292BR	9890S089BR
3	Vinho de mesa	Bordalesa	BA	5239B017BA	2475S089BA
4	Vinho de mesa	Reno	VB/VR	5945S089VR 4113B096VB	5945S089VB
5	Vinho de mesa	Borgonha	BR/VB	7194B292BR 7194B292VB	5651B292VB
6	Cavas	-	BR/BA	9963D035BAS	9963D035BR
7	Vinho do Porto	Baixa	BR/VR/VB	6684L297VB 0295L297VR 2412L297VB 9304L297BR 1330P025BR 1330P025VR 9798P025VR	0295L297VB
8	Vinho do Porto	Alta	VB	1274P070VB 6678P070VB	3276L297VB
9	Vinho do Porto	Alta	PR	6369L258PR 1274P201PR	4041P201PR

As cavas e os vinhos de mesa com formato reno são os únicos *sku*'s que só podem agregar dentro do mesmo formato pois possuem diferentes características técnicas devido ao nível de carbonatação do vinho que levam.

Apesar desta primeira análise das agregações só estar a ser realizada a nível das garrafas de 75cl, posteriormente, caso as agregações sejam vantajosas, terá que se analisar se existem garrafas correspondentes a estas noutras capacidades de forma a garantir a coerência e homotetia entre as garrafas de um mesmo vinho nas diversas capacidades disponíveis. No tópico seguinte será analisado o impacto destas agregações para todas as partes envolvidas.

5.3 Análise do impacto das agregações

Para cada uma das agregações atrás descritas foi calculado o seu impacto para a BA e para o Cliente de acordo com as variáveis e respetivas equações apresentadas na secção anterior. No entanto, por motivos de confidencialidade, serão somente apresentadas algumas das agregações e respetivos impactos, nas quais se incluem as duas situações possíveis para a BA: impacto positivo e impacto negativo.

Relativamente às mudanças, como o tipo desta e respetivo tempo e vidro perdidos dependem não só do próprio *sku* mas também do *sku* anterior na linha, estes parâmetros apresentam diferentes valores, tendo-se usado uma média dos últimos dois anos.

O parâmetro “Dias de Produção”, que corresponde ao número de dias necessário para produzir a procura anual de um *sku*, é influenciado pelo rendimento da linha, pois quanto menor este, maior o tempo de produção. Desta forma, foi necessário determinar a curva de rendimento de cada *sku* tendo em conta que este apresenta o comportamento de uma função logarítmica. Para cada *sku*, recorreu-se ao histórico de produções, retiraram-se os possíveis *outliers* e fez-se a aproximação dos dados a uma função logarítmica. O caso em que o coeficiente de determinação fosse superior era o selecionado para representar a curva do rendimento do *sku* em função da quantidade produzida. Após o rendimento de estabilização, o aumento verificado é muito reduzido, tendo-se admitido para efeitos de cálculo que a partir deste, já não havia qualquer incremento. Os rendimentos utilizados no cálculo correspondem aos rendimentos dos *sku*'s para o seu lote médio de produção e não para a sua procura anual do Cliente, cujos gráficos e cálculos de alguns se apresentam no Anexo M, a título de exemplo.

O novo custo e preço do *sku* agregador foram obtidos do custeio da empresa com base no novo volume de vendas e rendimento.

5.3.1 Capacidade de 75cl

▪ Agregação 1

A tabela 7 apresenta alguns dos parâmetros que permitem avaliar o impacto da agregação 1 para a BA.

Tabela 7 – Parâmetros da agregação 1 para a BA.

PF	COV	Dias de Produção	η	Tipo de mudança	Tempo da mudança	Vidro perdido (kg)	Cobertura de stock	Setups
4366B292VB	83%	5,60	69,9%	3/4	3,8h	6.972	3,4	4
7161B292VB	100%	20,99	65,7%	3	2,6h	8.041	1,7	3
4380B292VB	47%	3,41	73%	-	-	-	0,9	2
4380B292VB	43%	21,79	73%	-	-	-	1,2	2

Uma vez que a garrafa 7161B292VB é exclusiva, para o cálculo do impacto em termos de dias de produção, estes foram arredondados para vinte e um. Pelo mesmo motivo, o seu

número de *setups* é totalmente eliminado com a agregação. No entanto, na 4366 e na 4380, com a agregação, o número de *setups* permanece igual, apesar de se alterar a dimensão do lote médio. No caso da 4366, a descontinuação da sua quantidade para este cliente não fez com que o novo lote médio fosse inferior a dois dias, mantendo-se assim a proporção entre a procura e o lote e constante o número de *setups*.

A tabela seguinte apresenta os parâmetros que permitem avaliar o impacto para o Cliente.

Tabela 8 - Parâmetros da agregação 1 para o Cliente.

PF	Preço (u. m.)	Fábrica de expedição	Reclamações	
			Tipo	Nº
4366B292VB	398,40	VF	Grave	2
7161B292VB	162,56	VF	Grave	3
4380B292VB	132,32	VF	Grave	1
4380B292VB	132,00	VF	-	-

Com esta agregação, a BA e o Cliente obtiveram os seguintes impactos:

Tabela 9 - Impactos totais da agregação 1.

Impacto BA:		Impacto Cliente:	
COV	Positivo		
Custo de Produção	95.977,16 u. m.	Preço	168.552,06 u. m.
Dias de Produção	53.600,96 u. m.		
Vendas Perdidas	6.261,62 u. m.	Prazo	Nulo
Forno I	1.560,78 u. m.		
Forno II	2.819,00 u. m.	Qualidade	Positivo
Stock	4.489,26 u. m.		
TOTAL	164.708,78 u. m.		

Como se pode constatar da tabela anterior, as poupanças para a BA são vantajosas. No entanto, com o novo preço esta iria ter uma perda de margem superior aos ganhos produtivos. Desta forma, e uma vez que apenas um dos *sku's* ia ser descontinuado do portfólio da BA, pois os restantes são *standard*, esta agregação não foi apresentada ao Cliente, tendo ficado sem efeito.

▪ Agregação 5

A tabela 10 apresenta alguns dos parâmetros de avaliação do impacto da agregação 5 para a BA.

Tabela 10 – Parâmetros da agregação 5 para a BA.

PF	COV	Dias de Produção	η	Tipo de mudança	Tempo da mudança	Vidro perdido (kg)	Cobertura de stock	Setups
7194B292BR	309%	1,21	60,0%	$\frac{3}{4}$	0,96h	1.392	3,2	1
7194B292VB	170%	3,99	72,3%	$\frac{3}{4}$	1,04h	876	16,1	1
5651B292VB	40%	10,53	72,0%	-	-	-	3,0	4
5651B292VB	39%	12,80	72,0%	-	-	-	4,2	4

Uma vez que a garrafa 7194B292BR é exclusiva do Cliente, os dias de produção foram arredondados por excesso. No entanto, esta garrafa não perfazia dois dias de produção, arredondando-se antes para os dois dias. As produções desta garrafa, em histórico, foram sempre de um dia, o que deve ter sido por motivos excepcionais, não se utilizando por isso esse rendimento, pois foi no dia de arranque da linha. Assim, neste caso, utilizou-se um rendimento de estabilização de 60%, valor plausível na empresa. Devido à sua exclusividade, o seu *setup* foi poupado na íntegra.

As vendas da garrafa 7194B292VB são quase exclusivas do Cliente, o que fez com que na análise se considerasse que essa garrafa seria descontinuada na totalidade, para todos os clientes, pois com a agregação, o volume de vendas restante não justificava a sua continuação. Caso a agregação avance, a BA irá tentar convencer os restantes clientes a agregarem também para a 5651 ou para uma outra do seu portfólio, com maior volume de vendas.

A tabela seguinte apresenta os parâmetros que permitem avaliar o impacto no Cliente.

Tabela 11 – Parâmetros da agregação 5 para o Cliente.

PF	Preço (u. m.)	Fábrica de expedição	Reclamações	
			Tipo	Nº
7194B292BR	209,68	VN	Grave	1
7194B292VB	162,40	VF	Média	1
5651B292VB	125,12	VF	Média	1
5651B292VB	125,12	VF	-	-

Com esta agregação, os impactos para a BA e o Cliente foram os seguintes:

Tabela 12 – Impactos totais da agregação 5.

Impacto BA:		Impacto Cliente:	
COV	Positivo		
Custo de Produção	10.339,79 u. m.	Preço	17.268,26 u. m.
Dias de Produção	6.724,27 u. m.		
Vendas Perdidas	1.161,92 u. m.		
Forno I	143,07 u. m.	Prazo	Negativo
Forno II	451,94 u. m.		
Stock	1.304,75 u. m.	Qualidade	Positivo
TOTAL	20.125,75 u. m.		

Esta agregação é vantajosa tanto para a BA como para o Cliente. No entanto, devido a questões de Marketing, o Cliente não aceita a agregação das garrafas 7194 para a 5651 pois as primeiras são borgonhas troncocônicas e a última é uma borgonha reta. O Cliente defende que em termos de mercado, esta mudança traria um impacto negativo. No entanto, sugere que se agregue somente as 7194, descontinuando a pior. Neste caso, de acordo com os *clusters* e a *score*, a 7194B292BR é a pior. Assim sendo, fez-se esta nova agregação, resultando no seguinte:

Tabela 13 - Parâmetros da agregação 5 para a BA.

PF	COV	Dias de Produção	η	Tipo de mudança	Tempo da mudança	Vidro perdido (kg)	Cobertura de stock	Setups
7194B292BR	309%	1,21	60,0%	3/4	0,96h	1.392	3,2	1
7194B292VB	170%	3,99	72,3%	-	-	-	16,1	1
7194B292VB	144%	5,00	72,3%	-	-	-	13,9	1

Da mesma forma, perde-se o *setup* da 7194B292BR. Nesta situação, já não houve necessidade de convencer os restantes clientes da 7194B292VB para a descontinuar, pois esta vai-se manter a produzir.

A tabela seguinte apresenta os parâmetros que permitem avaliar o impacto no Cliente.

Tabela 14 - Parâmetros da nova agregação 5 para o Cliente.

PF	Preço (u. m.)	Fábrica de expedição	Reclamações	
			Tipo	Nº
7194B292BR	209,68	VN	Grave	1
7194B292VB	162,40	VF	Média	1
7194B292VB	162,40	VF	-	-

Com esta agregação, os impactos para a BA e o Cliente são os seguintes:

Tabela 15 - Impactos totais da nova agregação 5.

Impacto BA:		Impacto Cliente:	
COV	Positivo		
Custo de Produção	574,33 u. m.	Preço	2.795,95 u. m.
Dias de Produção	-2.920,14 u. m.		
Vendas Perdidas	428,22 u. m.	Prazo	Negativo
Forno I	86,39 u. m.		
Forno II	149,53 u. m.	Qualidade	Positivo
Stock	17,19 u. m.		
TOTAL	-1.664,50 u. m.		

Com esta nova alteração, a BA passa de uma situação vantajosa para uma desvantajosa. No entanto, aceitou a agregação uma vez que o volume de vendas da garrafa branca é muito reduzido, obrigando a produzir mais do que a procura e já teve problemas de qualidade graves com esta. Como a garrafa branca apenas embalava um vinho, o Cliente não achou que

causasse impacto nas vendas, até pelo contrário, a agregação poderia aumentar as vendas, pois um vinho branco numa garrafa verde escura é mais atraente para o consumidor do que numa branca. A agregação foi aceite.

▪ Agregação 7

A tabela 16 apresenta alguns dos parâmetros de avaliação do impacto da agregação 7 para a BA.

Tabela 16 - Parâmetros da agregação 7 para a BA.

PF	COV	Dias de Produção	η	Tipo de mudança	Tempo da mudança	Vidro perdido (kg)	Cobertura de stock	Setups
6684L297VB	79%	11,20	70,1%	3	1,05h	1.566	2,4	3
0295L297VR	80%	2,74	72,5%	3	0,59h	1.347	7,9	1
2412L297VB	88%	9,07	68,5%	3	1,86h	5.403	5,3	2
9304L297BRS	67%	0,78	75,1%	4	1,80h	1.784	15,3	1
1330P025BR	56%	2,24	69,7%	3/4	1,30h	1.427	5,1	2
1330P025VR	46%	11,97	71,7%	5	1,50h	1.875	2,8	2
9798P025VR	105%	10,56	75,4%	3	1,70h	2.924	1,6	3
0295L297VB	92%	5,40	65,3%	-	-	-	5,8	2
0295L297VB	47%	39,66	65,3%	-	-	-	3,9	2

O rendimento da garrafa 6684 foi calculado através da média dos rendimentos dos segundos dias de produção, pois há poucos dados históricos e as produções são de apenas dois dias, assumindo-se que a produção estabilizava no segundo dia. No caso da 9304, apesar de a produção ser de três dias, os seus rendimentos não se aproximavam de uma função logarítmica, não se tendo por isso utilizado essa aproximação. Para este utilizou-se somente o rendimento e quantidade do segundo dia, pois o baixo rendimento do terceiro deve ter sido provocado por algum fator externo extraordinário. Para os restantes rendimentos, o lote médio era superior à quantidade mínima, tendo-se adotado então o rendimento de estabilização obtido através da sua função logarítmica.

Todas estas garrafas são exclusivas por terem gravações, logo os *setups* das que foram descontinuadas foram poupados na sua totalidade.

A tabela seguinte apresenta os parâmetros que permitem avaliar o impacto no Cliente com esta nova agregação.

Tabela 17 - Parâmetros da agregação 7 para o Cliente.

PF	Preço (u. m.)	Fábrica de expedição	Reclamações	
			Tipo	Nº
6684L297VB	157,76	VF	Grave	1
0295L297VR	157,76	AV	Aviso	2
2412L297VB	157,76	VF	Grave	2
9304L297BRS	189,68	VN	Aviso	1
1330P025BR	193,20	VN	Aviso	1
1330P025VR	157,76	AV	Aviso	1
9798P025VR	162,32	AV	-	-
0295L297VB	157,76	VF	Aviso	1
0295L297VB	156,8	VF	-	-

Com esta agregação, os impactos para a BA e o Cliente foram os seguintes:

Tabela 18 - Impactos totais da agregação 7.

Impacto BA:		Impacto Cliente:	
COV	Positivo		
Custo de Produção	17.551,89 u. m.	Preço	26.224,66 u. m.
Dias de Produção	54.222,29 u. m.		
Vendas Perdidas	13.749,83 u. m.	Prazo	Negativo
Forno I	2.153,98 u. m.		
Forno II	5.665,52 u. m.	Qualidade	Positivo
Stock	869,91 u. m.		
TOTAL	94.213,43 u. m.		

Como se pode constatar da tabela anterior, esta agregação é vantajosa para a BA e para o Cliente. Contudo, as garrafas 9798 e 9304 são as únicas lisas pois todas as outras têm gravação no vidro resultante dessa gravação no molde, como característico nos vinhos do Porto. Assim, a agregação não seria possível se as gravações se mantivessem porque ir-se-ia agregar para uma garrafa com uma gravação específica, não correspondendo aos vinhos dos *sku's* a descontinuar. Perante esta situação foram discutidas duas hipóteses com o Cliente: ou todas as garrafas passarem a lisas e o que está na gravação passar para o rótulo ou a BA investir num projeto de pastilhas nos moldes, em que da produção de uma garrafa para outra, só se mudava aquela pastilha referente à gravação, tendo todas o mesmo formato. Estas hipóteses ainda estão a ser analisadas pelo Cliente. Independentemente da sua escolha, os impactos serão os mesmos, pois o investimento no projeto das pastilhas ficará a cargo da BA, assim como a mudança de pastilhas pouco impacto teria nos *setups*, pois seria uma mudança rápida. Considera-se assim que a agregação foi aceite.

5.3.2 Restantes capacidades

Concluídas as agregações a nível das garrafas de 75cl, procedeu-se à análise das garrafas com capacidade diferente desta para garantir coerência entre as diferentes capacidades e para avaliar possíveis agregações.

▪ Garrafas de 150cl

As garrafas 5404B343VB e a 3596B064VB não levam nenhum vinho correspondente a nenhuma garrafa de 75cl, não havendo problemas de incoerência nas diferentes capacidades. Para além disso, não se agrega a segunda com a primeira uma vez que uma tem o formato borgonha e a outra bordalesa e uma das restrições do Cliente era manter os formatos das garrafas.

▪ Garrafas de 100cl

As garrafas 8451 e 1946 correspondem às garrafas 6684 e 2412, respetivamente. Desta forma, para garantir a coerência entre as garrafas de um mesmo vinho, estas deviam passar para o formato da 0295 de 100cl. No entanto, esse modelo não existe nessa capacidade e face ao reduzido volume de vendas destas, o Cliente não pretende fazer o investimento em novos moldes. Para além disso, os formatos das diferentes garrafas são semelhantes e os segmentos

das diferentes capacidades são distintos, o que faz com que o Cliente entenda que os consumidores de 100cl dificilmente serão sensíveis a esta mudança.

A garrafa 0117P151VR não tem correspondência com nenhum vinho de garrafas mais pequenas e não há nenhuma garrafa de vinho do Porto com melhor *performance* para esta agregar.

Devido à restrição do Cliente de manter o formato, nenhuma das garrafas de espirituosos vai sofrer alterações porque não têm nenhum com o mesmo formato e capacidade para agregar.

▪ Garrafas de 50cl

A garrafa 5350L010VB não correspondia a nenhum vinho de outra garrafa e não possuía nenhuma com a mesma capacidade com a qual pudesse agregar, mantendo-se inalterável.

▪ Garrafas de 37,5cl

A garrafa 0795L258PR não corresponde a nenhum vinho de outras garrafas nem tem nenhuma outra opção para agregar, pois é uma garrafa de vinho de Porto alta e de cor preta, o que significa que tem que permanecer com este formato e cor devido à qualidade do vinho que engarrafa.

As garrafas 5516L297VB e 5721L297VB correspondem às garrafas 0295L297VB e 2412L297VB, respetivamente. Como a 0295 se manteve, então a 5516 não sofre qualquer alteração pois é sua homotética. Já a 5721 tem que passar ao formato novo da 2412 que é o 0295, logo teve que se agregar a 5721 com a 5516 para garantir esta coerência, o que é positivo porque a primeira tem uma pior *performance* que a segunda. De seguida apresentam-se alguns dos parâmetros que permitem avaliar os impactos desta agregação.

Tabela 19 - Parâmetros da agregação para a BA.

PF	COV	Dias de Produção	η	Tipo de mudança	Tempo da mudança	Vidro perdido (kg)	Cobertura de stock	Setups
5721L297VB	177%	0,45	60,0%	5	2,06h	1.103	8,6	1
5516L297VB	109%	0,78	71,5%	-	-	-	34,3	1
5516L297VB	98%	1,23	71,5%	-	-	-	24,8	1

A garrafa 5516 só foi produzida em 2011 e teve uma produção de apenas um dia. Assim, para não se usar esse rendimento que corresponde ao dia em que o *sku* entrou em produção, utilizou-se o valor mínimo de 60%.

Uma vez que a garrafa 5516 não foi produzida no período em análise, recorreu-se à cobertura de *stock* para determinar o seu lote médio, obtendo-se um valor de 137 mil unidades. No entanto, este é inferior a uma produção de dois dias, sendo antes considerado este lote que perfaz uma quantidade de 148 mil. Para o cálculo deste utilizou-se um rendimento de 60% para se obter uma solução mais conservadora. Com este valor, a linha já atingiu a estabilização, usando-se o respetivo rendimento.

A garrafa 5721 é exclusiva do Cliente, por isso no cálculo dos impactos nos *setups*, foi utilizada a totalidade dos seus *setups* como poupança.

A tabela seguinte apresenta os parâmetros que permitem avaliar o impacto no Cliente.

Tabela 20 - Parâmetros da agregação para o Cliente.

	Preço (u. m.)	Fábrica de expedição	Reclamações	
			Tipo	Nº
5721L297VB	265,36	VF	-	-
5516L297VB	264,64	VF	-	-
5516L297VB	189,60	VF	-	-

Com esta agregação, os impactos para a BA e o Cliente foram os seguintes:

Tabela 21 - Impactos totais da agregação.

Impacto BA:		Impacto Cliente:	
COV	Positivo		
Custo de Produção	765,96 u. m.	Preço	7.161,19 u. m.
Dias de Produção	10.619,03 u. m.		
Vendas Perdidas	468,28 u. m.	Prazo	Nulo
Forno I	71,38 u. m.		
Forno II	68,75 u. m.	Qualidade	Nulo
Stock	54,85 u. m.		
TOTAL	12.048,24 u. m.		

Nesta agregação, tal como em todas as garrafas de vinho do Porto, existiu a questão das gravações no molde. Independentemente disso, a agregação era vantajosa tanto para a BA como para o Cliente, sendo aceite por ambas as partes.

A garrafa 3027B009VB corresponde à reno 4113B089VB e como esta se manteve, então a primeira não sofreu qualquer agregação.

A garrafa 7421S089BA é a equivalente da 2475S089BA em capacidade inferior e como esta não sofreu qualquer agregação, então a sua homotética também não.

A garrafa 4739B009VB não corresponde a nenhuma outra garrafa e como a única opção de agregação seria a 3027 e esta apresenta uma pior *performance*, então não foi feita qualquer agregação com esta.

A garrafa 6843B009BR não tem nenhuma correspondente nem nenhuma opção de agregação. Já a 6843B009VB corresponde à 4380B292VB e como esta se manteve, então a primeira não se alterou.

▪ Garrafas de 18,7cl

A reno 3457S078VB corresponde à reno 5945S089VB, que se manteve, fazendo com que a primeira não sofresse qualquer alteração. Já a reno 3197S078VB não possuía nenhuma garrafa correspondente, nem hipótese de agregação.

5.4 Impactos totais das agregações

Após o cálculo dos impactos totais de cada agregação e feita a análise juntamente com o Cliente, foram aceites e colocadas em prática as agregações 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9 e a de 37,5cl.

Em termos globais, com esta metodologia de racionalização de portfólio de produtos, a BA obtém uma poupança na ordem das centenas de milhar de euros por ano e reduz o portfólio do Cliente em quinze *sku's*, o que representa uma redução de 24% do portfólio dos *sku's* em análise. Com isto, a BA facilita o planeamento, pois há um menor número de referências para gerir e uma maior disponibilidade das máquinas, diminuindo a probabilidade de ruturas e vendas não satisfeitas.

6 Conclusões e perspectivas de trabalho futuro

Com a elaboração e implementação de uma metodologia de racionalização de *sku's*, foi possível verificar que a BA obtém poupanças elevadas com a redução da complexidade do portfólio. Tal como verificado na análise da *supply chain*, o impacto das agregações e consequente redução de *sku's* está maioritariamente concentrado na produção e no planeamento.

A metodologia desenvolvida subdivide-se em cinco fases: seleção de *sku's*, agregações entre estes, análise dos impactos das mesmas para a BA, o Cliente, bem como, o consumidor final.

A racionalização do catálogo de *sku's* do Cliente permitiu uma poupança na ordem das centenas de milhar de euros para a BA e uma redução de quinze garrafas do portfólio do Cliente. Para a BA, a redução do portfólio foi também de quinze garrafas uma vez que se se tratavam de garrafas exclusivas do Cliente, com a exceção da 5945S089VR mas que está como plano futuro da BA ser descontinuada na sua totalidade para a 5945S089VB para todos os clientes. No entanto, a poupança a nível dos vinhos do Porto só será real se a BA conseguir implementar o projeto de pastilhas nos moldes na zona das gravações, uma vez que é provável que o Cliente não aceite a inclusão destas somente no rótulo, devido a questões de Marketing. Uma das principais características das garrafas de vinho do Porto são as suas gravações na garrafa, tanto da marca do vinho como de algum brasão específico. Com esse projeto, a BA poderia aplicar esta metodologia de racionalização a outros clientes de grande variedade de garrafas de vinho do Porto, de forma a diminuir a sua diversidade e arrecadar poupanças disso.

A nível do planeamento, apesar de não se ter quantificado o seu impacto, uma redução de quinze garrafas é positiva devido à reduzida flexibilidade produtiva que a empresa apresenta. Com isto, há uma redução dos constrangimentos no planeamento, pois serão menos mudanças para planear e menor a probabilidade de ficar limitado pelas regras das fábricas nesta área. Para além disso, com as agregações, reduziu-se a variabilidade da procura, o que fez com que houvesse uma diminuição da probabilidade de ruturas de *stock* e dificuldade de encaixar de imediato a sua produção numa linha, evitando perdas de produções e consequentes perdas de vendas devido a este facto.

A aplicação da metodologia baseou-se em vários pressupostos, o que pode ter influência nos resultados obtidos. Enumeram-se de seguida as várias considerações e respetivos inconvenientes.

- As poupanças para a BA foram indexadas ao volume de vendas para o Cliente. Uma vez que se usou os dados das vendas reais de Abril de 2013 a Abril de 2014, caso estas sofram alguma variação no próximo ano, isso afetará as poupanças anuais obtidas.
- Para o cálculo do impacto em termos de *setups*, nos casos em que o lote de produção era nulo, considerou-se o número mínimo de *setups* de um para o cálculo dos impactos anuais. No entanto, uma vez que estes *setups* eram realizados com uma frequência superior a um ano, a poupança associada não existirá todos os anos, sendo nesses anos inferior à apresentada.
- O cálculo da cadência para cada *sku* teve em conta a campanha de cor em vigor em cada forno, limitando assim as linhas onde era possível produzir determinado *sku* com determinada cor. Este facto fez com que a cadência fosse calculada tendo apenas em

análise as linhas possíveis e utilizadas as margens destas no cálculo dos impactos. Desta forma, se a campanha se alterar, as cadências podem sofrer alterações, as margens das linhas podem ser outras e as conclusões e impactos obtidos serem diferentes.

- A adoção de um rendimento mínimo de estabilização de 60% das linhas pode não ser o mais adequado pois existem *sku's* mais difíceis de produzir nos quais o rendimento pode ser inferior. Apesar desta consideração poder não corresponder à realidade, o impacto de usar um valor inferior não seria muito significativo nos resultados obtidos.
- A análise do impacto em termos de vendas perdidas foi feito com base na margem média perdida nessa linha durante determinado período. Uma vez que se verificou que esta margem tem uma influência elevada nas poupanças obtidas, deveria ser feita uma análise mais rigorosa ou utilizado outro método para a determinação destas.

Conclui-se assim que devido a estas limitações e considerações, a análise de impactos anual para a BA deve ser revista anualmente para contemplar todas as novas alterações. Como o preço oferecido ao Cliente não contemplou nenhuma das poupanças que a BA arrecadou, estas alterações não afetarão esse preço de ano para ano. A única variável capaz de alterar esse preço é o volume de vendas que o cliente prevê para cada ano, face ao volume de vendas real utilizado para o período referido. No entanto, a BA tem uma política de rever os preços com uma frequência média anual.

Como se pode constatar ao longo deste relatório, a última fase da metodologia (análise do impacto no consumidor) não foi realizada neste projeto uma vez que o Cliente assumiu esse controlo, tomando ele a decisão se a agregação teria impacto nas vendas e se por causa disso deveria avançar ou não. Numa outra aplicação futura desta metodologia, a última fase deve ser realizada de forma a avaliar e validar as agregações feitas, tendo em conta o impacto destas no consumidor final.

Durante a elaboração desta metodologia verificou-se que a análise de portfólio não deveria ser limitada a um determinado Cliente, mas antes a um segmento ou conjunto de segmentos da BA. A principal desvantagem desta limitação reside no facto de se estar a fazer agregações somente com garrafas do catálogo do Cliente. Disto resultam dois problemas. O primeiro é que se não houver nenhum *sku* compatível com outro, então não é sugerida qualquer agregação a esse, apesar de poder existir um outro no catálogo da BA. O outro prende-se com o facto de não se estar a fazer agregações com *sku's* do catálogo da BA que podem apresentar uma melhor *performance* mas que, como não fazem parte do catálogo do cliente, nem sequer são considerados e analisados. Esta restrição faz com que as vantagens que a BA possa obter com as agregações em determinado cliente, sejam inferiores às potenciais poupanças que poderia arrecadar. Assim, a análise dos *sku's* para as agregações deve ser sempre feita tendo em conta o catálogo da BA para um ou mais segmentos, dependendo do que se pretender.

Em suma, conclui-se que a racionalização de *sku's* é vantajosa para BA, devendo esta aplicar a metodologia de racionalização, sempre que possível, com o objetivo de reduzir os seus custos e, assim, aumentar o tão desejado EBITDA.

Referências

- Almada-Lobo, Bernardo Sobrinho Simões de. 2002. "Concepção e Elaboração de um Modelo para Gestão da Produção." Relatório de Estágio, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- BA Vidro, SA. 2013. "Manual de Acolhimento."
- BA Vidro. *Fábricas*. s.d. www.bavidros.pt/pt/fabricas.php (acedido em Maio de 2014).
- Flores, Benito E., David L. Olson, and V. K. Dorai. 1992. "Management of multicriteria inventory classification." *Mathematical and Computer Modelling* 16 (12):71-82.
- Gilliland, Michael. 2011. "SKU Rationalization: Pruning Your Way to Better Performance." *Journal of Business Forecasting* 30 (3):28-31.
- Gonçalves, José Fernando. 2000. *Gestão de Aprovisionamentos*: Edições Técnicas.
- Manoel, João Alberto Henriques Morais Câmara. 2010. "Análise de processos fabris na BA Vidro." [s. n.].
- Millstein, Mitchell A., Liu Yang, and Haitao Li. 2014. "Optimizing ABC inventory grouping decisions." *International Journal of Production Economics* 148 (0):71-80.
- Ng, Wan Lung. 2007. "A Simple Classifier for Multiple Criteria ABC Analysis." *European Journal of Operational Research*:344-353. doi: 10.1016/j.ejor.2005.11.018.
- Ramanathan, Ramakrishnan. 2006. "ABC inventory classification with multiple-criteria using weighted linear optimization." *Computers & Operations Research* 33 (3):695-700.
- Saaty, R. W. 1987. "The analytic Hierarchy Process - What is and how it is used." *Pergamon Journals Ltd* 9:161-176.
- Sacando Vinho. 2011. "Tipos de garrafas utilizadas para vinhos". *Sacando o Vinho – Garrafas*. Acedido em Junho de 2014. sacandovinho.com.br/mais-sobre-vinhos/garrafas
- Technology, Quantum Retail. 2010. "<SKU-rationalization-report.pdf>." *Quantum Retail Technology Inc*.
- Tim Friesner. 2014. "O Ciclo de Vida do Produto". *O Ciclo de Vida do Produto (CVP)*. Acedido em Junho de 2014. www.marketingteacher.com/o-ciclo-de-vida-do-produto-cvp/
- Vergouwen, Yannick. 2010. "How product assortment decisions affect supply chain performance within Unilever Benelux." Master of Science in Operations Management and Logistics.
- Wan, Xiang, Philip T. Evers, and Martin E. Dresner. 2012. "Too much of a good thing: The impact of product variety on operations and sales performance." *Journal of Operations Management* 30 (4):316-324.

ANEXO A: Classificação das mudanças

- Tipo 1** *Mudança de Boquilhas:* Uma mudança onde são apenas mudadas Boquilhas.
- Tipo 2** *Mudança de Moldes:* Uma mudança onde são mudados Moldes Finais.
- Tipo 3** *Mudança Pequena:* Uma mudança onde são mudadas em qualquer combinação 1 ou 2 dos seguintes equipamentos: Equipamento de Moldação, Braços de Marisas ou Afinação de Eixos de inversão.
- Tipo 4** *Mudança Média:* Uma mudança onde são mudadas em qualquer combinação 3 ou mais dos seguintes equipamentos: Equipamento de Moldação, Equipamento de Entrega, Braços de Marisas ou Afinação de Eixos de Inversão, colar do Molde Principiar ou Molde no caso de ventilação tipo radial.
- Tipo 5** *Mudança Grande:* Uma mudança onde é necessário mudar Abraçadeiras dos Moldes principiar ou Abraçadeiras dos Moldes finais no caso de ventilação axial ou ambos para qualquer tipo de ventilação. Mudança Pequena ou Média com fracionamento mecânico. Mudança de ventilação radial/axial ou vice-versa.
- Tipo 6** *Mudança de Processo Pequena:* Qualquer mudança de processo que envolva cartuchos ou alterações significativas no diâmetro da marisa (por exemplo: SS para PS, PS para SS, 70mm para 83mm). Mudança Grande com fracionamento mecânico.
- Tipo 7** *Mudança de Processo Grande:* Qualquer mudança integral do processo ou tipo de gota. Por exemplo: GS para GD, GD para GT, etc.
- Tipo 0** *Mudanças excluídas do cálculo do índice:*
- Quando durante ocorre uma avaria de duração superior a 4 horas.
 - Quando se aproveita a mudança para fazer Manutenção Planeada.
 - Fabrico de amostras com duração superior a 4 horas.
 - Quando o tempo de fabrico é inferior a 12 horas.
 - Quando a mudança ocorre durante uma mudança de cor, ou arranque após paragem prolongada.
 - Quando existem problemas associados ao desenvolvimento de artigos novos que obriguem a alterações ao projeto com máquina parada, problemas de vidro que impossibilitem o aproveitamento.

ANEXO B: Dados dos sku's do Cliente

PF	Tipo	Capacidade (cl)	Altura (mm)	Peso (g)	Criticidade	Novo?	Exclusivo?
9963D035BRA	Cava	75	300	800	0%	Não	Não
9963D035BAS	Cava	75	300	800	0%	Não	Sim
8169U161BRA	Espirituoso	70	271	515	0%	Não	Sim
6250U161BRA	Espirituoso	100	261,8	550	0%	Não	Sim
7608S023BRA	Porto	5	115,5	70	0%	Sim	Sim
7608S023UVA	Porto	5	115,5	70	0%	Sim	Sim
5516L297VBA	Porto	37,5	204	300	0%	Não	Sim
5516L297VBF	Porto	37,5	204	300	0%	Não	Sim
5721L297VBA	Porto	37,5	233	300	0%	Não	Sim
0795L258PRA	Porto	37,5	233	300	0%	Não	Sim
5350L010VBF	Porto	50	270	420	0%	Não	Sim
5350L010VBA	Porto	50	270	420	0%	Não	Sim
2412L297VBA	Porto	75	250	485	0%	Não	Sim
3276L297VBA	Porto	75	290	485	0%	Não	Sim
6369L258PRA	Porto	75	290	550	0%	Não	Sim
4041P201PRA	Porto	75	291	550	0%	Não	Não
9798P025VRA	Porto	75	250,6	495	0%	Não	Sim
9798P025VRS	Porto	75	250,6	495	0%	Não	Sim
0295L297VBA	Porto	75	250	485	0%	Não	Sim
0295L297VBF	Porto	75	250	485	0%	Não	Sim
0295L297VRA	Porto	75	250	485	0%	Não	Sim
0295L297VRL	Porto	75	250	485	0%	Não	Sim
1330P025BRA	Porto	75	250,6	495	0%	Não	Sim
1330P025VRA	Porto	75	250,6	495	0%	Não	Sim
6684L297VBA	Porto	75	250,6	480	0%	Não	Sim
9304L297BRS	Porto	75	250,6	480	0%	Não	Sim
1274P070VBF	Porto	75	291	550	0%	Não	Sim
1274P070VBA	Porto	75	291	550	0%	Não	Sim
1274P201PRA	Porto	75	291	550	0%	Não	Sim
6678P070VBA	Porto	75	291	550	0%	Não	Sim
0117P151VRA	Porto	100	300	460	0%	Não	Não
8451L297VBA	Porto	100	273,5	600	0%	Não	Sim
1946L297VBA	Porto	100	273,5	580	0%	Não	Sim
3197S078VBA	Vinho de mesa	18,7	185	145	0%	Não	Não
3457S078VBA	Vinho de mesa	18,7	170	145	0%	Não	Sim
4739B009VBA	Vinho de mesa	37,5	257,5	296	0%	Não	Não
3027B009VBA	Vinho de mesa	37,5	232	300	0%	Não	Não
6843B009BRA	Vinho de mesa	37,5	234	300	0%	Não	Não
6843B009VBA	Vinho de mesa	37,5	234	300	0%	Não	Não
7421S089BAA	Vinho de mesa	37,5	234	250	0%	Não	Não
4113B096VBA	Vinho de mesa	75	345	500	0%	Não	Não
4366B292VBA	Vinho de mesa	75	315	735	0%	Não	Não
7161B292BRA	Vinho de mesa	75	324,5	540	0%	Não	Sim
7161B292VBA	Vinho de mesa	75	324,5	540	0%	Não	Sim
5945S089VBA	Vinho de mesa	75	345	500	0%	Não	Não
5945S089VRA	Vinho de mesa	75	345	500	0%	Não	Não
9890S089BRA	Vinho de mesa	75	324,5	540	0%	Não	Sim
9890S089VBA	Vinho de mesa	75	324,5	540	0%	Não	Não
5651B292VBA	Vinho de mesa	75	293,8	465	0%	Não	Não
7194B292BRA	Vinho de mesa	75	300	515	0%	Não	Sim

PF	Tipo	Capacidade (cl)	Altura (mm)	Peso (g)	Criticidade	Novo?	Exclusivo?
7194B292VBA	Vinho de mesa	75	300	515	0%	Não	Não
5239B017BAA	Vinho de mesa	75	324,5	490	0%	Não	Não
2475S089BAA	Vinho de mesa	75	324,5	490	0%	Não	Não
4380B292VBA	Vinho de mesa	75	315	420	0%	Não	Não
1813S089BAA	Vinho de mesa	75	313,3	420	0%	Sim	Sim
3596B064VBA	Vinho de mesa	150	374,5	850	0%	Não	Não
5404B343VBA	Vinho de mesa	150	363,9	850	0%	Não	Não
9781S314BRA	Vinho de mesa	18,7	150	170	100%	Não	Sim
9781S314VRA	Vinho de mesa	18,7	150	170	100%	Não	Sim
5702S314VRA	Vinho de mesa	25	167,5	240	100%	Não	Sim
8087S259VRA	Vinho de mesa	37,5	188,95	350	100%	Não	Não
3644S306BRA	Vinho de mesa	75	240	590	100%	Não	Sim
3644S306VRA	Vinho de mesa	75	240	590	100%	Não	Sim
3644B355VRA	Vinho de mesa	75	240	590	100%	Não	Não
3644B355BRA	Vinho de mesa	75	240	590	100%	Sim	Não
4208S089BRA	Vinho de mesa	75	226	590	100%	Não	Não
1926S306VRA	Vinho de mesa	100	270,2	725	100%	Não	Sim
6571S306BRA	Vinho de mesa	150	304,4	1100	100%	Não	Sim
6571S306VRA	Vinho de mesa	150	304,4	1100	100%	Sim	Não
7791B343VBA	Vinho de mesa	75	308,9	1005	100%	Não	Sim
5090B343VBA	Vinho de mesa	150	361,9	850	100%	Não	Sim

ANEXO C: Características das linhas de soprado-soprado

Cor	Centro	Forno	Linha	Dimensão	Gota	Setores	Rendimento médio
VR	Avintes	4	AV-42	4 1/4	GS/GD	10	71,3%
UV			5	AV-43	6 1/4	GD	8
		AV-51		6 1/4	GD	8	72,7%
		AV-52		6 1/4	GD	8	73,6%
		AV-53		4 1/4	GD	10	72,8%
		AV-55		6 1/4	GD	10	73,4%
VB		E	AV-56	6 1/4	GD	10	72,2%
	VF-E1		6 1/4	GD	12	67,6%	
	VF-E2		4 1/4	GS/GD	10	62,8%	
	VF-E3		6 1/4	GD	12	63,4%	
BA	Venda Nova	3	VF-E4	6 1/4	GD	12	68,0%
			VN-31	6 1/4	GD	10	70,9%
			VN-32	4 1/4	GS	10	65,9%
			VN-33	6 1/4	GD	8	67,2%
BR		3	VN-34	5	GD	10	66,9%
			VN-31	6 1/4	GD	10	70,9%
			VN-32	4 1/4	GS	10	65,9%
			VN-33	6 1/4	GD	8	67,2%
BR	Leon	3	VN-34	5	GD	10	66,9%
			LE-31	5 1/2	GD	10	71,6%
PR	AV	2	LE-23	6 1/4	GD	12	72,7%
		41	AV-41	6 1/4	GD	8	71,8%
		42	AV-42	4 1/4	GS/GD	10	71,3%
		43	Av-43	6 1/4	GD	8	72,7%

ANEXO D: Sku's com outliers nos lotes de produção

PF		abr-13	mai-13	jun-13	jul-13	ago-13	set-13	out-13	nov-13	dez-13	jan-14	fev-14	mar-14	Cobertura de stock (meses)	Lote médio (k)
4366B292VB	Stock I	255,2	355,5	306,1	386,9	249,9	203,454	177,1	150,2	120,9	291,8	130,1	428,1	3,4	258,9
	Procura	11,7	49,4	127,9	137,1	46,4	26,309	26,9	29,2	22,7	161,8	76,3	192,4		
	Produção	112,0	0,0	208,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	193,6	0,0	374,4	0,0		
2475S089BA	Stock I	1396,8	723,6	338,3	2142,5	1928,6	1772,8	1493,2	2033,1	1794,8	1755,8	1558,7	823,7	4,7	2.198,4
	Procura	673,2	385,3	394,2	213,8	155,9	279,5	136,9	238,3	38,9	197,1	734,9	317,4		
	Produção	0,0	0,0	2198,4	0,0	0,0	0,0	676,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
4380B292VB	Stock I	91,2	-379,5	-18,7	710,9	10,6	191,9	811,9	866,8	526,3	-256,2	2987,8	2153,9	0,9	4.220,8
	Procura	470,7	443,2	341,6	700,3	294,7	555,2	969,9	1506,8	782,5	976,8	833,9	828,2		
	Produção	0,0	804,0	1071,2	0,0	476,0	1175,2	1024,8	1166,4	0,0	4220,8	0,0	0,0		
9781S314VR	Stock I	392,0	337,9	278,8	457,9	341,3	312,6	255,1	214,6	111,5	48,9	579,5	511,9	4,6	588,0
	Procura	54,1	59,1	108,1	116,6	28,7	57,4	40,6	103,1	62,5	57,4	67,6	79,4		
	Produção	0,0	0,0	287,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	588,0	0,0	0,0		
5702S314VR	Stock I	134,400	85,120	22,288	75,3	58,1	58,1	3,8	246,4	235,3	221,7	205,7	205,7	5,3	253,6
	Procura	49,280	62,832	22,176	17,2	0,0	54,2	11,1	11,1	13,6	16,0	0,0	36,9		
	Produção	0,000	0,000	75,200	0,0	0,0	0,0	253,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
7161B292VB	Stock I	-101,6	70,7	83,0	709,0	564,2	554,2	380,5	146,6	499,9	499,9	417,5	208,1	1,7	713,6
	Procura	50,1	700,4	66,8	144,8	10,0	173,7	233,8	381,9	0,0	82,4	209,4	309,6		
	Produção	222,4	712,8	692,8	0,0	0,0	0,0	0,0	735,2	0,0	0,0	0,0	0,0		
3644S306VR	Stock I	189,6	-85,7	1631,5	1439,1	1019,8	914,9	600,5	360,9	-42,4	1803,5	1518,9	1174,5	2,9	2.097,2
	Procura	275,3	346,8	192,4	419,3	104,8	314,5	239,6	479,2	284,5	284,5	344,4	344,4		
	Produção	0,0	2064,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	76,0	2130,4	0,0	0,0	0,0		
9890S089BR	Stock I	372,0	261,8	535,5	489,8	363,9	287,0	254,8	138,9	113,3	60,9	515,0	393,6	4,1	401,2
	Procura	110,2	53,4	45,6	134,7	76,8	32,2	115,8	25,6	52,3	21,2	121,4	134,7		
	Produção	0,0	327,2	0,0	8,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	475,2	0,0	0,0		
0295L297VB	Stock I	200,8	249,1	222,0	222,0	474,0	378,8	321,5	180,9	514,3	510,0	453,8	369,4	5,8	337,6
	Procura	146,9	27,0	0,0	0,0	95,2	57,3	140,6	89,8	4,3	56,2	84,4	0,0		
	Produção	195,2	0,0	0,0	252,0	0,0	0,0	0,0	423,2	0,0	0,0	0,0	0,0		

		abr-13	mai-13	jun-13	jul-13	ago-13	set-13	out-13	nov-13	dez-13	jan-14	fev-14	mar-14	Cobertura de stock	Lote médio
1274P070VB	Stock I	44,8	44,8	34,4	34,4	21,3	12,8	61,4	50,1	38,8	34,2	28,5	147,0	6,7	123,2
	Procura	0,0	10,3	0,0	13,2	8,5	6,6	11,3	11,3	4,7	5,6	4,7	6,6		
	Produção	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	55,2	0,0	0,0	0,0	0,0	123,2	0,0		

ANEXO E: Nº de setups de cada sku

PF	Vendas totais (k)	Vendas Cliente (k)	Lote médio (k)	Lote cobertura (k)	Lote 2 dias (k)	Nº setups	Nº setups inteiro
9963D035BR	1.652,899	147,494	958,40			1,7	2
9963D035BAS	10,421	10,421	0,00	75,18	172,80	0,1	1
8169U161BR	231,258	231,258	208,80			1,1	1
6250U161BR	267,120	267,120	196,80			1,4	1
5516L297VB	47,923	47,923	0,00	137,14	148,61	0,3	1
5721L297VB	28,152	28,152	0,00	22,09	155,52	0,2	1
0795L258PR	15,667	15,667	0,00	31,74	238,46	0,1	1
5350L010VB	2,957	2,957	139,20			0,0	1
2412L297VB	1.004,806	1.004,806	484,27			2,1	2
3276L297VB	363,451	363,451	0,00	276,83	290,30	1,2	1
6369L258PR	52,685	52,685	0,00	52,90	102,82	0,5	1
4041P201PR	550,913	64,960	0,00	1.187,54	192,61	0,5	1
9798P025VR	1.088,630	1.088,630	317,60			3,4	3
0295L297VB	701,799	701,799	337,60			2,1	2
0295L297VR	270,400	270,400	291,20			0,9	1
1330P025BR	270,400	270,400	138,40			2,0	2
1330P025VR	1.193,005	1.193,005	533,20			2,2	2
6684L297VB	578,656	578,656	166,40			3,5	3
9304L297BRS	46,509	46,509	139,20			0,3	1
1274P070VB	82,785	82,785	123,20			0,7	1
1274P201PR	76,205	76,205	0,00	116,28	120,96	0,6	1
6678P070VB	124,186	124,186	91,60			1,4	1
0117P151VR	378,894	11,264	210,40			1,8	2
8451L297VB	249,631	249,631	84,00			3,0	3
1946L297VB	70,157	70,157	0,00	54,11	95,90	0,7	1
3197S078VB	583,176	4,000	856,00			0,7	1
3457S078VB	33,869	33,869	361,60			0,1	1
4739B009VB	736,128	273,715	494,40			1,5	1
3027B009VB	129,472	108,664	320,00			0,4	1
6843B009BR	417,240	9,576	480,00			0,9	1
6843B009VB	1.005,544	489,744	486,80			2,1	2
7421S089BA	220,248	201,096	0,00	111,75	331,78	0,7	1
4113B096VB	1.401,840	239,040	518,40			2,7	3
4366B292VB	908,303	234,506	258,93			3,5	4
7161B292BR	277,286	277,286	123,20			2,2	2
7161B292VB	2.363,059	2.363,059	713,60			3,3	3
5945S089VB	455,400	145,800	306,40			1,5	2
5945S089VR	1.065,600	950,400	728,40			1,5	2
9890S089BR	924,288	924,288	401,20			2,3	2
9890S089VB	209,141	150,984	283,20			0,7	1
5651B292VB	3.004,109	1.368,576	748,60			4,0	4
7194B292BR	59,136	59,136	60,00			1,0	1
7194B292VB	282,048	236,429	336,00			0,8	1
5239B017BA	4.278,451	3.394,253	2.573,60			1,7	2
2475S089BA	3.765,679	2.664,845	2.198,40			1,7	2
4380B292VB	8.703,946	482,093	4.220,80			2,1	2
3596B064VB	60,386	45,720	0,00	58,14	84,09	0,7	1
5404B343VB	77,216	35,052	35,20			2,2	2
9781S314BR	10,349	10,349	0,00	45,72	364,95	0,0	1

PF	Vendas totais (k)	Vendas Cliente (k)	Lote médio (k)	Lote cobertura (k)	Lote 2 dias (k)	Nº <i>setups</i>	Nº <i>setups</i> inteiro
9781S314VR	834,662	834,662	588,00			1,4	1
5702S314VR	294,448	294,448	253,60			1,2	1
8087S259VR	604,656	595,536	536,80			1,1	1
3644S306BR	507,072	507,072	311,73			1,6	2
3644S306VR	3.629,952	3.629,952	2.097,20			1,7	2
3644B355VR	4.178,208	4.178,208	2.042,67			2,1	2
3644B355BR	61,344	61,344	396,00			0,2	1
4208S089BR	2.760,960	1.200,480	757,60			3,6	4
1926S306VR	247,744	247,744	284,00			0,9	1
6571S306BR	41,818	41,818	55,20			0,8	1
6571S306VR	21,965	21,965	205,60			0,1	1
7791B343VB	24,480	24,480	51,20			0,5	1
5090B343VB	2,472	2,472	0,00	1,14	108,00	0,0	1

ANEXO F: Teste de qualidade do ajuste

H₀: A variável Erro segue uma distribuição N ($\mu = 229,8$; $\sigma = -0,0082$)

H₁: A variável Erro não segue essa distribuição

N = dimensão da amostra = 49

Do gráfico obtém-se: $y = bx + a$, em que $a = 87,96$ e $b = 0,465$

e_k = frequência esperada = 5 (valor mínimo)

p_k = probabilidade de a variável tomar valores pertencentes àquela classe $k = 1/9 = 11\%$

N_k = frequência observada

Nº de classes = $K = 49/5 = 9$ (valor inferior, por segurança)

R = nº de parâmetros da distribuição estimados a partir da amostra = 2

GL = $K - 1 - R = 6$

$\alpha = 0,05$

$$ET = \sum_{k=1}^K \frac{(N_k - e_k)^2}{e_k}$$

	Probabilidade		Classe K		Nk	ek=N.pk	(Nk-ek)^2/ek
	de	a	de	a			
1:	0,00	0,11	-infinito	-280,51	3	5,44	1,10
2:	0,11	0,22	-280,51	-175,74	4	5,44	0,38
3:	0,22	0,33	-175,74	-98,99	3	5,44	1,10
4:	0,33	0,44	-98,99	-32,11	11	5,44	5,67
5:	0,44	0,56	-32,11	32,10	8	5,44	1,20
6:	0,56	0,67	32,10	98,97	6	5,44	0,06
7:	0,67	0,78	98,97	175,72	7	5,44	0,44
8:	0,78	0,89	175,72	280,49	3	5,44	1,10
9:	0,89	1,00	280,49	+infinito	4	5,44	0,38

Q = 11,43

$Q = 11,43 < 12,59 \rightarrow$ Não se rejeita H_0 com um valor de prova de 7,6%

ANEXO G: Níveis de gravidade das reclamações

Grau	Designação	Definição
1	Grave	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Detecção de defeito crítico; ▪ Quebras em número elevado; ▪ Situação que ponha em causa o normal funcionamento do cliente; ▪ Situação que ponha em causa o fornecimento da BA; ▪ Reincidência de uma reclamação “média”; ▪ Previsão de créditos ou indemnizações superiores a 2500€ ou devoluções superiores a 10 paletes.
2	Média	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Detecção de defeito funcional; ▪ Situação que obrigue a inspeções internas; ▪ Reincidência de uma reclamação “aviso”; ▪ Previsão de crédito ou indemnizações entre 501 e 2500€ ou devoluções até 10 paletes.
3	Aviso	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Detecção de defeitos não funcionais; ▪ Falha na expectativa do cliente que pode permitir a tomada de ações preventivas; ▪ Sem indemnizações; ▪ Previsão de crédito até 500€ ou devoluções até 2 paletes.

ANEXO H: Clusters obtidos na 1ª iteração

<i>Cluster</i>			
CRÍTICO (3)	INTERMÉDIO (0)	PIOR (1)	MELHOR (2)
9781S314VR	5945S089VR	8451L297VB	3457S078VB
9781S314BR	0295L297VR	0795L258PR	7421S089BA
5702S314VR	0117P151VR	1946L297VB	6843B009VB
8087S259VR	5239B017BA	6369L258PR	6843B009BR
3644B355VR	5516L297VB	9963D035BAS	3027B009VB
3644S306VR	9890S089BR	4366B292VB	4739B009VB
4208S089BR	4113B096VB	5404B343VB	4380B292VB
3644B355BR	2475S089BA	3596B064VB	3276L297VB
3644S306BR	7161B292BR	6678P070VB	0295L297VB
1926S306VR	1330P025VR	1274P201PR	7161B292VB
5090B343VB	9798P025VR	1274P070VB	5945S089VB
6571S306VR	5350L010VB		5651B292VB
7791B343VB	5721L297VB		3197S078VB
6571S306BR	1330P025BR		
	8169U161BR		
	2412L297VB		
	7194B292VB		
	9890S089VB		
	7194B292BR		
	9963D035BR		
	4041P201PR		
	6250U161BR		
	9304L297BRS		
	6684L297VB		

ANEXO I: Peso dos parâmetros

Parâmetro	Contribuição Total
Custo de Produção	41,8%
Dias de produção	45,6%
Vendas perdidas	5,9%
Forno I	0,9%
Forno II	2,9%
<i>Stock</i>	2,8%

ANEXO J: Peso dos parâmetros isolados da margem

Parâmetro	Contribuição Total
Custo de Produção	51,3%
Dias de produção	35,6%
Vendas perdidas	4,9%
Forno I	1,1%
Forno II	3,6%
<i>Stock</i>	3,4%

ANEXO K: Clusters finais (melhor, intermédio, pior)**MELHOR**

Modelo (PF)	Segmento	Tipo	Cor	Capacidade (cl)	Altura (mm)	Peso (g)
3197S078VB	Vinho de mesa	bordalesa	VB	18,7	185	145
3457S078VB	Vinho de mesa	reno	VB	18,7	170	145
6843B009VB	Vinho de mesa	bordalesa	VB	37,5	234	300
6843B009BR	Vinho de mesa	bordalesa	BR	37,5	234	300
4739B009VB	Vinho de mesa	reno	VB	37,5	257,5	296
7421S089BA	Vinho de mesa	bordalesa	BA	37,5	234	250
3027B009VB	Vinho de mesa	reno	VB	37,5	232	300
-	-	-	-	50	-	-
-	-	-	-	70	-	-
4380B292VB	Vinho de mesa	bordalesa	VB	75	315	420
5945S089VB	Vinho de mesa	reno	VB	75	345	500
5651B292VB	Vinho de mesa	borgonha	VB	75	293,8	465
7161B292VB	Vinho de mesa	bordalesa	VB	75	324,5	540
2475S089BA	Vinho de mesa	bordalesa	BA	75	324,5	490
0295L297VB	Porto	baixa	VB	75	250	485
2412L297VB	Porto	baixa	VB	75	250	485
3276L297VB	Porto	alta	VB	75	290	485
1330P025BR	Porto	baixa	BR	75	250,6	495
-	-	-	-	100	-	-
-	-	-	-	150	-	-

INTERMÉDIO

Modelo (PF)	Segmento	Tipo	Cor	Capacidade (cl)	Altura (mm)	Peso (g)
-	-	-	-	18,7	-	-
5516L297VB	Porto	baixa	VB	37,5	204	300
5721L297VB	Porto	baixa	VB	37,5	233	300
5350L010VB	Porto	alta	VB	50	270	420
8169U161BR	Espirituoso	-	BR	70	271	515
9798P025VR	Porto	baixa	VR	75	250,6	495
0295L297VR	Porto	baixa	VR	75	250	485
5945S089VR	Vinho de mesa	reno	VR	75	345	500
4113B096VB	Vinho de mesa	reno	VB	75	345	500
1330P025VR	Porto	baixa	VR	75	250,6	495
9304L297BRS	Porto	baixa	RS	75	250,6	480
5239B017BA	Vinho de mesa	bordalesa	BA	75	324,5	490
9890S089BR	Vinho de mesa	bordalesa	BR	75	324,5	540
9890S089VB	Vinho de mesa	bordalesa	VB	75	324,5	540
7194B292VB	Vinho de mesa	borgonha	VB	75	300	515
9963D035BR	Cava	-	BR	75	300	800
6684L297VB	Porto	baixa	VB	75	250,6	480
7161B292BR	Vinho de mesa	bordalesa	BR	75	324,5	540
7194B292BR	Vinho de mesa	borgonha	BR	75	300	515
4041P201PR	Porto	alta	PR	75	291	550
0117P151VR	Porto	alta	VR	100	300	460
6250U161BR	Espirituoso	-	BR	100	261,8	550
-	-	-	-	150	-	-

PIOR

Modelo	Segmento	Tipo	Cor	Capacidade (cl)	Altura (mm)	Peso (g)
-	-	-	-	18,7	-	-
0795L258PR	Porto	alta	PR	37,5	233	300
-	-	-	-	50	-	-
-	-	-	-	70	-	-
1274P070VB	Porto	alta	VB	75	291	550
6369L258PR	Porto	alta	PR	75	290	550
9963D035BAS	Cava	-	BA	75	300	800
4366B292VB	Vinho de mesa	bordalesa	VB	75	315	735
6678P070VB	Porto	alta	VB	75	291	550
1274P201PR	Porto	alta	PR	75	291	550
8451L297VB	Porto	baixa	VB	100	273,5	600
1946L297VB	Porto	baixa	VB	100	273,5	580
5404B343VB	Vinho de mesa	bordalesa	VB	150	363,9	850
3596B064VB	Vinho de mesa	borgonha	VB	150	374,5	850

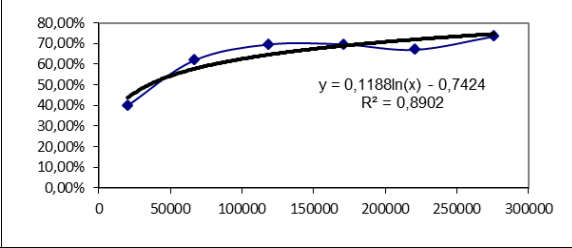
ANEXO L: Clusters finais ordenados pela score

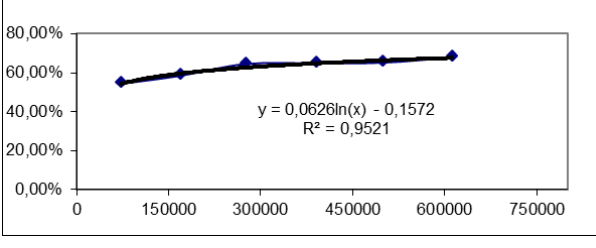
<i>Cluster</i>	<i>Modelo</i>	<i>SCORE</i>
3 CRÍTICO	9781S314VR	4,274
	9781S314BR	2,638
	5702S314VR	2,057
	8087S259VR	1,493
	3644B355VR	1,371
	3644S306VR	1,358
	4208S089BR	1,264
	3644B355BR	1,248
	3644S306BR	1,229
	1926S306VR	1,104
	5090B343VB	1,020
	6571S306VR	0,977
	7791B343VB	0,963
	6571S306BR	0,958
0 INTERMÉDIO	9798P025VR	0,828
	0295L297VR	0,813
	5945S089VR	0,752
	0117P151VR	0,704
	5516L297VB	0,678
	4113B096VB	0,595
	5350L010VB	0,511
	1330P025VR	0,504
	9304L297BRS	0,486
	5721L297VB	0,458
	5239B017BA	0,455
	9890S089BR	0,453
	9890S089VB	0,440
	7194B292VB	0,437
	8169U161BR	0,426
	6684L297VB	0,424
	9963D035BR	0,419
	7161B292BR	0,407
	7194B292BR	0,393
	6250U161BR	0,369
	4041P201PR	0,355

<i>Cluster</i>	<i>Modelo</i>	<i>SCORE</i>
1 PIOR	8451L297VB	0,327
	1946L297VB	0,289
	6369L258PR	0,286
	1274P070VB	0,286
	9963D035BAS	0,277
	0795L258PR	0,261
	5404B343VB	0,228
	3596B064VB	0,222
	4366B292VB	0,214
	6678P070VB	0,203
	1274P201PR	0,158
2 MELHOR	3197S078VB	6,308
	3457S078VB	5,738
	7421S089BA	1,678
	6843B009VB	1,624
	6843B009BR	1,328
	3027B009VB	1,184
	4380B292VB	1,017
	4739B009VB	0,995
	5945S089VB	0,754
	5651B292VB	0,732
	7161B292VB	0,609
	2475S089BA	0,605
	0295L297VB	0,573
	2412L297VB	0,489
	3276L297VB	0,446
	1330P025BR	0,426

ANEXO M: Rendimento dos *sku's*

▪ Agregação 1

Data	Dia	Qtd. Útil Acumulada	Rendimento	<div>4366B292VB</div> 
07-06-2013	1	20260,8	40,06%	
	2	66571	61,85%	
	3	118670	69,58%	
	4	170770	69,58%	
	5	220939	67,00%	
	6	275933	73,44%	
Rendimento de estabilização:		= Média (69,58;69,58;67,00;73,44) = 69,90%		
Quantidade mínima:		69,90%= 0,1188*ln(Qtd mínima)-0,7424 ⇔ Qtd mínima = 185,175k		

Data	Dia	Qtd. Útil Acumulada	Rendimento	<div>7161B292VB</div> <div></div>
04-11-2013	1	72384	54,35%	
	2	169267	58,50%	
	3	276172	64,56%	
	4	391987	64,90%	
	5	500006	65,23%	
	6	612480	67,92%	
	7	713818	61,19% ¹	
Rendimento de estabilização:		= Média (64,56;64,90;65,23;67,92) = 65,65%		
Quantidade mínima:		= 441,848k		

▪ Agregação 2

Data	Dia	Qtd. Útil Acumulada	Rendimento	7161B292BR	
20-01-2014	1	32294	49,9%		
	2	95770	67,0%		
18-11-2013	1	37862	58,4%		
	2	104678	70,0%		
05-12-2012	1	63475	47,95	Quantidade mínima:	= Média (95770;104678;192653) = 131,034k
	2	192653	71,0%		

¹ Retirado da análise por ser um *outlier*. Algum fator fez com que o rendimento baixasse quando a linha já tinha estabilizado.